

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID - GRONINGEN

EEN VIJFTIENJARIGE PROEF MET STALMEST
EN STOPPELGEWASSEN
OP HUMEUZE ZANDGROND TE HEINO

WITH A SUMMARY

A FIFTEEN-YEARS' EXPERIMENT WITH FARMYARD MANURE AND
SECONDARY CROPS ON HUMIFEROUS SANDY SOIL AT HEINO

G. J. WISSELINK

CENTRUM

VOOR LANDBOUWPUBLIKATIES



EN LANDBOUWDOCUMENTATIE

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. NR. 66.17 — WAGENINGEN — 1961

INHOUD

| | | |
|-----|---|----|
| I | INLEIDING | 1 |
| II | BESCHRIJVING VAN DE PROEFOPZET | 4 |
| | A Grondsoort | 4 |
| | B Vruchtopvolging | 4 |
| | C Objecten | 4 |
| | D Bemesting | 6 |
| III | METHODE VAN BEWERKING DER OPBRENGSTGEGEVENS | 9 |
| IV | INVLOED VAN STALMEST EN GROENBEMESTING OP DE MAXIMALE OPBRENGSTEN EN DE STIKSTOFBEHOEFTE VAN AARDAPPELEN, ROGGE EN HAVER | 13 |
| | A Afzonderlijke effecten van verschillende hoeveelheden stalmest en van afoogsten en onderploegen van stoppelgewassen | 16 |
| | 1 Stalmest | 16 |
| | 2 Groenbemesting | 21 |
| | 3 Interactie tussen stalmest en groenbemesting | 25 |
| | B Onderlinge vergelijking van de effecten van toenemende hoeveelheden stalmest en van afoogsten en onderploegen van stoppelgewassen | 28 |
| | 1 Maximale opbrengsten | 28 |
| | 2 Stikstofbehoefte | 32 |
| V | INVLOED VAN STALMEST EN GROENBEMESTING OP VERSCHILLENDE BODEM-VRUCHTBAARHEIDSFACTOREN | 37 |
| | A Humusgehalte | 37 |
| | B pH-KCl | 46 |
| | C P-citroenzuur | 48 |
| | D Kaligetal | 50 |
| | E MgO-gehalte | 52 |
| VI | WAARDE EN TOEPASSING VAN STALMEST EN GROENBEMESTING OP HUMUSRIJKE ZANDGROND | 57 |
| | A Kan men met een combinatie van organische bemesting en kunstmest een hoger opbrengstpeil bereiken dan met uitsluitend kunstmest? | 57 |
| | B Waarde van stalmest en de factoren, die daarop van invloed zijn | 58 |
| | C Waarde van stoppelgroenbemesting | 61 |
| | D Welke gewassen zijn het dankbaarst voor stalmest? | 64 |
| | E Combinatie van stalmest en groenbemesting | 68 |

| | | |
|------|----------------------------|----|
| VII | SAMENVATTING EN CONCLUSIES | 70 |
| VIII | SUMMARY | 74 |
| IX | LITERATUUR | 77 |

I INLEIDING

In de herfst van 1940 werd op initiatief van de toenmalige rijkslandbouwconsulent voor Westoverijssel ir. H. T. Tjallema het proefveld PO 168 aangelegd op de proefboerderij „Overijssel” te Heino. Het doel van dit proefveld is na te gaan wat de invloed is van het verschillend intensief gebruik van stalmest en van de verbouw van niet-vlinderbloemige stoppelgewassen op de vruchtbaarheid van een humeuze zandgrond bij een vaste vruchtopvolgving van aardappelen, rogge en haver.

Dit proefveld is tot heden in stand gebleven en zal in de toekomst worden voortgezet om ook de effecten op de lange duur na te gaan. Indien men nl. de betekenis van de organische bemesting voor verbetering en behoud van de bodemvruchtbaarheid wil beoordelen, is het niet alleen nodig de effecten te kennen, die op korte termijn optreden, doch zal men ook de invloed op de lange duur moeten bestuderen.

Er zijn weliswaar in ons land en ook in het buitenland sinds omstreeks 1900 veel veldproeven aangelegd, waarbij stalmest met kunstmest werd vergeleken, doch de meeste hiervan zijn na korte tijd weer opgeheven. Vele van deze proeven hadden in de tijd van de opkomst van de kunstmest ten doel aan te tonen, dat met kunstmest even goede resultaten te bereiken waren als met stalmest. Toen al spoedig bleek, dat de opbrengsten door kunstmest zelfs verhoogd konden worden, werden de meeste proeven dan ook weer opgeheven. Een aantal van deze proeven is echter gedurende lange tijd voortgezet. De bekendste veeljarige kunstmest-stalmestproeven op bouwland in ons land zijn Pr 8 op dalgrond te Sappemeer van 1882 t/m 1932, Pr 13 op dalgrond te Borgercompagnie van 1919 t/m 1939, WO 107 op zandgrond te IJhorst van 1911 t/m 1942 en zes proefvelden in Drente, die tussen 1900 en 1924 omstreeks 20 jaren zijn gehandhaafd. DE LA LANDE CREMER [1953] heeft van de uitkomsten van deze proefvelden een overzicht gegeven. Ook in het buitenland zijn verschillende proefvelden, waarbij stalmest met kunstmest werd vergeleken, gedurende lange tijd voortgezet. De bekendste en oudste zijn die te Rothamsted en Woburn in Engeland, die reeds in het midden van de vorige eeuw werden aangelegd en waarvan enkele thans nog worden voortgezet [RUSSELL 1931; RUSSELL en VOELCKER 1936; RUSSELL 1950]. In de Verenigde Staten vinden we het 75-jarige proefveld Jordan Field, waarover door diverse schrijvers in 1955 werd gepubliceerd en verder o.m. Sanborn Field, dat in 1888 werd aangelegd [SMITH 1942]. In Duitsland zijn bekend geworden de proeven met permanente roggeteelt te Halle [MERKER 1956 en SCHMALFUSS 1957] en de proeven te Lauchstädt [SELKE en SCHMIDT 1956 en RÜTHER en ANSORGE 1959] en te Dikopshof [DHEIN en MERTENS 1955]. IVERSEN [1953, 1960] publiceerde over de ruim 50 jaar oude Deense proeven te Askov, terwijl ook in Finland een veeljarige proef is genomen [SALONEN en HONKAVAARA 1954].

Al deze proeven hebben talrijke gegevens geleverd over de invloed van een eenzijdige bemesting [hetzij stalmest, hetzij kunstmest] op verschillende bodemvruchtbaarheidsfactoren en op de groei van de gewassen. Toch kunnen ook deze veeljarige proeven

ons niet voldoende inlichten omtrent de wezenlijke betekenis van de organische bemesting, omdat de opzet ervan niet de mogelijkheid biedt onderscheid te maken tussen de directe plantenvoedende werking en de effecten die samenhangen met de organische stof. Stalmest is een veelzijdige meststof, die enerzijds aan de grond plantenvoedende bestanddelen toevoegt, zoals stikstof, fosfaat, kali, kalk, magnesium en sporenelementen, en anderzijds door middel van de organische stof van invloed kan zijn op fysische en biologische eigenschappen van de grond. De genoemde bestanddelen zijn van invloed op de groei der gewassen en de grootte van hun gezamenlijke effect is afhankelijk van de mate, waarin de afzonderlijke factoren tot uiting kunnen komen. Voor de beantwoording van de vraag onder welke omstandigheden stalmest wel of geen effect zal geven, is het nodig de verschillende werkingsfactoren afzonderlijk te leren kennen. Op grond van deze kennis kan men komen tot een waardebeoordeling van de stalmest onder verschillende omstandigheden, waarop het advies aan de praktijk moet berusten. Een eerste stap in deze richting kan men doen door het onderscheid te maken tussen de directe plantenvoedende werking en de werking van het complex van factoren, dat samenhangt met de toediening van organische stof. De plantenvoedende werking behoeft niet specifiek te zijn voor de organische bemesting, omdat men de plantenvoeding eveneens kan verzorgen met kunstmest. Zo maakt het bijv. een groot verschil of men stalmest geeft op een grond, die in een slechte minerale bemestingstoestand verkeert of op een grond die met kunstmest in een goede toestand is gebracht. In het eerste geval zullen de plantenvoedende stoffen uit de stalmest bepaalde tekorten kunnen opheffen en een grote opbrengstvermeerdering geven. Men heeft dan echter te doen met een effect van de stalmest, dat niet specifiek is voor de organische bemesting. Indien men er op proefvelden in slaagt de voornaamste minerale effecten uit te schakelen, kan men een indruk krijgen van de grootte van het specifieke effect.

Uit recente onderzoeken van KORTLEVEN [1957, 1959] is wel gebleken, dat de genoemde indeling te schematisch is. De stikstofvoeding via organische bemesting is niet zonder meer gelijk te stellen aan die van kunstmest, omdat de stikstof uit de organische mest op een andere wijze ter beschikking komt. Eventuele effecten, die samenhangen met de vorm waarin de stikstof wordt gegeven en met het langzaam vrijkomen van stikstof uit organische stof, moeten dan ook tot de specifieke effecten van de organische bemesting worden gerekend. Hoewel men er dus niet volledig in zal slagen de specifieke en niet-specifieke effecten van elkaar te scheiden, heeft het niettemin zin bij de proeven in deze richting te werken.

Op het proefveld te Heino is van het begin af volgens dit principe gewerkt, voorzover het de fosfaat-, kali- en stikstofbemesting betreft. Op het kunstmestobject vond bij de fosfaat- en kalibemesting een compensatie plaats voor de hoeveelheden, die op de andere objecten in de vorm van stalmest werden gegeven. Uit onderzoek van IVERSEN [1942], GERICKE [1943] en FERWERDA [1951] is gebleken, dat de opnemings van kali en fosfaat door de plant uit stalmest niet principieel verschilt van die van deze elementen uit kunstmest. Bij de stikstofbemesting kan men echter niet volstaan met één kunstmestgift ter compensatie van de werking van stikstof uit stalmest, omdat niet tevoren bekend is welk gedeelte van de stikstof uit de stalmest tot werking zal komen.

Het effect van de stikstof uit de stalmest moet met behulp van stikstoftrappen worden gemeten. Op dit proefveld zijn van 1940 af steeds stikstoftrappen aanwezig geweest. Door deze opzet werd het, in tegenstelling tot de oudere veeljarige proeven, voor het eerst mogelijk de effecten van stalmest en ook van groenbemesting op de opbrengsten te meten, na uitschakeling van de fosfaat- en kaliwerking, terwijl de stikstof uitsluitend via een specifieke werking van invloed kan zijn geweest. Van het „resteffect” dat op deze wijze is verkregen, kan nog niet worden gezegd, dat het uitsluitend is ontstaan door een organische-stofeffect, omdat aanvankelijk geen rekening is gehouden met de eventuele magnesiumwerking van stalmest. Niettemin zijn op dit proefveld door de uitschakeling van drie hoofdelementen uitkomsten verkregen, die een stap nader brengen tot een juiste waardering van de organische bemesting.

In het volgende wordt verslag uitgebracht van een samenvattende bewerking van de gegevens van 15 proefjaren. Hierbij worden de effecten van stalmest en groenbemesting op de opbrengsten en de stikstofbehoefte van aardappelen, rogge en haver besproken, terwijl tevens het verloop van verschillende grootheden, die bij het grondonderzoek worden bepaald, wordt nagegaan. Tenslotte wordt getracht op basis van de uitkomsten van dit proefveld een antwoord te geven op verschillende praktische vragen over de waarde en de toepassing van stalmest en groenbemesting op humeuze zandgrond. Bij de studie over de effecten van organische bemesting in afhankelijkheid van aard en hoeveelheid van de humus zullen de proefvelden, die inmiddels enerzijds op zandgronden met lagere humusgehalten en anderzijds op dalgrond zijn aangelegd, de aanvullende gegevens leveren om tot een afgerond beeld van de organische bemesting op zand- en dalgrond te komen.

Op het proefveld te Heino is de technische verzorging tot en met 1956 in handen geweest van de toenmalige bedrijfsleider van de proefboerderij, de heer P. Oosterveld. Van de eerste 9 proefjaren werd op verzoek van de directeur van de proefboerderij, ir. K. A. Klarenberg, een samenvatting gemaakt door J. A. GROOTENHUIS [1951]. Van 1949 af wordt bij het onderzoek samengewerkt tussen de proefboerderij en het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid.

II BESCHRIJVING VAN DE PROEFOPZET

A GRONDSOORT

De proefboerderij werd gekarteerd door de Stichting voor Bodemkartering te Bennekom [1953]. De grond waarop het proefveld is gelegen, wordt gekarakteriseerd als type E h 1, een zwarte, diep humeuze esgrond met een 70 à 110 cm dik, zwart tot grijszwart, humeus esdek, rustend op grijs tot bruingrijs zand. Het gehele esdek is iets loodzandhoudend. Het gehalte aan loodzand neemt naar beneden iets toe.

Het is een betrekkelijk hoog gelegen grond, waarbij de gewassen nagenoeg uitsluitend zijn aangewezen op de regenval en het hangwater in het humeuze dek. Van de kwaliteit kan gezegd worden, dat het een goede bouwlandgrond is, geschikt voor minder vocht eisende gewassen zoals rogge, aardappelen, maïs, haver en verschillende stoppelgewassen. Het slagen van de teelt van meer vochtminnende gewassen hangt grotendeels af van de regenval in de zomer.

B VRUCHTOPVOLGING

Op het proefveld wordt een vaste driejarige vruchtopvolging toegepast met aardappelen, rogge en haver. Na rogge worden stoppelknollen en na haver snijrogge verbouwd.

C OBJECTEN

Het proefveld bestaat uit 10 objectstroken met aanleg in enkelvoud. Het onderstaande schema geeft een beeld van de wijze, waarop de organische bemesting op de verschillende objecten in de genoemde vruchtopvolging wordt toegepast.

Blijkens het overzicht van de organische bemesting zijn er drie punten, waarop de objecten van elkaar kunnen verschillen:

1 De hoeveelheid stalmest die in een vruchtopvolgingsperiode van 3 jaar wordt gegeven, is verschillend. Zo ontvangt object I 110 ton stalmest per 3 jaar, terwijl de overige objecten minder of geen stalmest krijgen.

2 Het tijdstip waarop de stalmest in de vaste vruchtopvolging wordt toegediend, is verschillend. Zo wordt op de objecten III en IV de stalmest gegeven voor de stoppelgewassen, terwijl dit op VII en VIII voor aardappelen geschiedt.

3 De behandeling van de stoppelgewassen loopt uiteen. Zo zijn er objecten, waarop de gewassen worden ondergeploegd [IV en V]; op andere worden ze afge oogst [I, II, III, VI en VIII], terwijl op VIII, IX en X geen stoppelgewassen worden verbouwd. Ieder object wordt dus gekenmerkt door een bepaalde hoeveelheid stalmest in een vruchtopvolgingsperiode van 3 jaar, door het tijdstip, waarop stalmest wordt toegediend en door de behandeling van het stoppelgewas.

In de objecten kan men verschillende bedrijfstypen herkennen, die van elkaar ver-

Schema van de organische bemesting *Scheme for the organic manuring*

| object | stalmest voor | | behandeling stoppelgewassen | tonnen stm per 3 jaar |
|-----------|--|--|--|--------------------------------|
| | hoofdgewas | stoppelgewassen | a = afoogsten | |
| | + = 20 000 kg/ha voor rogge en haver en 30 000 kg/ha voor aardappelen | + = 20 000 kg/ha — = geen stal- mest | pl = onderploegen — = geen stoppel- gewas | |
| | + aard. = alleen stalmest voor aardappelen | | | |
| | — = geen stalmest | | | |
| I | + | + | a | 110 |
| II | + | — | a | 70 |
| III | — | + | a | 40 |
| IV | — | + | pl | 40 |
| V | — | — | pl | 0 |
| VI | — | — | a | 0 |
| VII | + aard. | — | a | 30 |
| VIII | + aard. | — | — | 30 |
| IX | + | — | — | 70 |
| X | — | — | — | 0 |
| | + = 20.000 kgs./ha. for rye and oats and 30.000 kgs./ha. for potatoes | + = 20.000 kgs./ha. — = no stable manure given | a = harvested pl = ploughed in — = not grown | |
| | + aard. = st. man. only for potatoes | | | |
| | — = no st. man. given | | | |
| | main crop | secondary crop | | st. man in tons p. 3 yrs |
| treatment | receiving stable manure | | treatment of sec. crop | |

schillen in de mogelijkheid organische bemesting toe te passen. De objecten V, VI en X zijn akkerbouwbedrijven die geen stalmest ter beschikking hebben, en zij verschillen van elkaar in de mate, waarin gebruik gemaakt wordt van groenbemesting. De overige objecten zijn alle gemengde bedrijven, die over verschillende hoeveelheden stalmest beschikken, afhankelijk van de bouwland-granslandverhouding. Op één van deze bedrijven wordt de stoppel uitsluitend benut voor de toepassing van groenbemesting, terwijl op de andere de stoppelgewassen worden afoogst ten behoeve van het vee.

D BEMESTING

Tabel 1 geeft een overzicht van de totale hoeveelheden stalmest en kunstmest, die van 1941 t/m 1956 op de verschillende objecten zijn toegediend.

Bij deze tabellen kan het volgende worden opgemerkt:

- 1 De bemesting met stalmest is vrijwel geheel volgens het proefplan uitgevoerd.
- 2 Bij de bemesting met fosfaat en kali in de vorm van kunstmest is er naar gestreefd de voorziening van de gewassen met deze voedingsstoffen zo veel mogelijk gelijk te houden op alle objecten. Dit houdt in, dat op de objecten met veel stalmest minder fosfaat en kali in de vorm van kunstmest is gegeven dan op die met weinig of geen stalmest. Er is dus bij de kunstmestbemesting rekening gehouden met de hoeveelheden fosfaat en kali, die in stalmest aanwezig zijn.

Ook voor het afoogsten van de stoppelgewassen is een bepaalde hoeveelheid fosfaat en kali in rekening gebracht. Deze afge oogste hoeveelheden werden weer aangevuld in de vorm van kunstmest voor het eerstvolgende hoofdgewas. De objecten met een afge oogst stoppelgewas hebben dus meer fosfaat en kali als kunstmest ontvangen dan die zonder stoppelgewas en met een ondergeploegd stoppelgewas.

Bij het vaststellen van de bemesting met fosfaat en kali in de vorm van kunstmest is aanvankelijk uitgegaan van de volgende richtlijnen:

a De basisbemesting voor rogge en haver is 60 kg P_2O_5 en 120 kg K_2O /ha en voor aardappelen 75 kg P_2O_5 en 200 kg K_2O /ha.

b De stalmest bevat 0,25% P_2O_5 en 0,4% K_2O , welke hoeveelheden volledig in rekening zijn gebracht.

c Met het stoppelgewas worden 15 kg P_2O_5 en 30 kg K_2O afge oogst.

Met behulp van tabel 1 kan men berekenen in hoeverre de bovenstaande normen zijn gevolgd.

Bij de onder a genoemde basisbemesting zou in totaal gedurende 16 jaar 1095 kg P_2O_5 en 2320 kg K_2O gegeven moeten zijn op object X. Uit tabel 1 blijkt, dat gegeven is 1050 kg P_2O_5 en 2540 kg K_2O . De totale bemesting met P_2O_5 komt dus vrijwel overeen met de norm, terwijl de kalibemesting wat daarboven ligt. Uit een beoordeling van de bemesting per jaar is gebleken, dat in 1941 minder fosfaat is gegeven, terwijl in 1942 deze bemesting achterwege is gebleven. Sinds 1951 is de norm voor granen van 60 op 75 kg P_2O_5 gebracht. Voor kali geldt, dat tot en met 1950 vrijwel volgens de norm is bemest, terwijl daarna aan de granen meestal 140 kg K_2O is gegeven.

Voor de compensatie van fosfaat en kali in de stalmest kan men berekenen, dat gemiddeld over het gehele proefveld gedurende 16 jaar de stalmest in rekening is gebracht voor een gehalte van 0,225% P_2O_5 en 0,396% K_2O . De fosfaatbemesting ligt dus iets beneden de norm, terwijl de norm voor kali geheel is gevolgd.

Voor het afoogsten van een stoppelgewas is gemiddeld over 16 jaar 21,5 kg P_2O_5 en 56,5 kg K_2O in rekening gebracht. Dit ligt dus hoger dan de onder c genoemde normen. Uit de gegevens van de bemesting per jaar is gebleken, dat de oorspronkelijke norm spoedig is verlaten. De compensaties zijn niet steeds op dezelfde wijze uitgevoerd. Na 1953 is steeds gecompenseerd met 30 kg P_2O_5 en 100 kg K_2O . In de jaren daarvoor

TABEL 1 Totale hoeveelheden stal mest in tonnen per ha en kunstmest in kg per ha van 1941 t/m 1956

| Stoppelgewas afoogsten | | | | | | | | | | geen stoppelgewas | | | | | stoppelgewas onderploegen | | | | |
|--------------------------|---------------|-------------------------------|------------------|-----|-------------------|------|---------------|-------------------------------|------------------|--------------------|-------------------|------|---------------|-------------------------------|---------------------------|-----|-------------------|------|---------------|
| Obj. | stm ton/ha | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | CaCO ₃ | Obj. | stm ton/ha | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | CaCO ₃ | Obj. | stm ton/ha | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | CaCO ₃ | Obj. | stm ton/ha |
| I | 550 | 95 | 950 | 274 | 1840 | | | | | | | | | | | | | | |
| II | 365 | 435 | 1630 | 330 | 1810 | IX | 365 | 255 | 1150 | 275 | 1620 | | | | | | | | |
| III | 185 | 840 | 2400 | 434 | 1860 | | | | | | | IV | 185 | 615 | 1770 | 395 | 2070 | | |
| VII | 150 | 920 | 2500 | 298 | 670 | VIII | 150 | 690 | 1900 | 403 | 1500 | | | | | | | | |
| VI | — | 1275 | 3100 | 590 | 1310 | X | — | 1050 | 2540 | 594 | 2200 | V | — | 1050 | 2550 | 570 | 2150 | | |
| secondary crop harvested | | | | | | | | | | no sec. crop grown | | | | | sec. crop ploughed in | | | | |

TABEL 1 Total quantities of stable manure in tons per ha. and of fertilizer in kgs. per ha. in the period 1941-1956

liepen de fosfaatcompensaties uiteen van 15 tot 35 kg P_2O_5 en die van kali van 30 tot 80 kg K_2O .

Na 1953 is de compensatie voor het afoogsten van een stoppelgewas doelbewust verhoogd tot 30 kg P_2O_5 en 100 kg K_2O , terwijl ook de tijd van toediening is gewijzigd. Aanvankelijk werden nl. deze hoeveelheden extra gegeven aan het eerstvolgende hoofdgewas. Dit was dus een aanvulling van de tekorten achteraf. Daar dit aanleiding gaf tot onevenwichtige bemestingen van het hoofdgewas, zijn later deze hoeveelheden direkt in de herfst aan het stoppelgewas gegeven.

Aan de granen werden fosfaat en kali gegeven in de vorm van thomasmeeel en kalizout 40%, terwijl aan aardappelen gedeeltelijk superfosfaat en patentkali werd toegediend.

3 Magnesiumbemesting is tot en met 1950 niet toegepast, behoudens tweemaal een gift MgO in de vorm van patentkali aan aardappelen. In 1951 en 1952 is uitsluitend op de westelijke helft van het proefveld met magnesium bemest, teneinde de invloed hiervan op de opbrengsten na te gaan. In 1953 heeft ook de oostelijke helft magnesium ontvangen, terwijl er daarna naar gestreefd is op alle objecten een ruime magnesiumvoorziening te handhaven.

4 In het voorjaar van 1952 is op het gehele proefveld een bekalking uitgevoerd, waarbij op alle objecten naar eenzelfde pH is gestreefd. Daarvóór is nooit bekalkt.

5 Voor de stikstofbemesting zijn de objectstroken ingedeeld in tien veldjes, waarop vijf verschillende bemestingen in tweevoud kunnen worden toegepast. De grootte van de giften was niet in alle jaren gelijk. In het algemeen kan gezegd worden, dat voor de aardappelen hogere giften werden gegeven dan voor granen, terwijl in de loop der jaren vooral op de objecten met weinig organische bemesting overgegaan werd tot hogere giften. Op alle objecten werden steeds nulveldjes gehandhaafd.

III METHODE VAN BEWERKING DER OPBRENGSTGEGEVENS

Het proefveld bestaat uit 10 objectstroken in enkelvoud, waarbij jaarlijks op elke strook 5 stikstofhoeveelheden in tweevoud worden gegeven. Het proefveld levert dus elk jaar 100 opbrengstcijfers van veldjes, die verschillen in stikstofbemesting en in organische bemesting met daaruit voortvloeiende verschillen in fosfaat- en kali-bemesting. Tot en met 1956 wordt beschikt over 15 proefjaren, 5 maal aardappelen met knolopbrengsten en onderwatergewichten, 5 maal rogge en 5 maal haver, beide met korrel- en stro-opbrengsten.

De aanwezigheid van stikstoftrappen biedt de gelegenheid de effecten van de organische bemesting na te gaan bij verschillende niveaus van stikstofbemesting. Wil men bijv. het effect van 30 ton stalmest voor aardappelen nagaan, dan kan men de stikstof-opbrengstcurve van object VIII [30 ton stalmest] vergelijken met die van X [geen stalmest]. In fig. 1 is hiervan een theoretisch voorbeeld gegeven. In dit geval blijkt, dat de opbrengstverhoging sterk afhankelijk is van het niveau van de stikstofbemesting, waarbij de vergelijking plaatsvindt. Zo ziet men, dat zonder stikstofbemesting de opbrengstverhoging door stalmest het grootst is; dit effect neemt af naarmate vergeleken wordt bij een hogere stikstofbemesting, terwijl bij een zeer hoge stikstofbemesting het effect zelfs nadelig wordt. Dit verschijnsel dat in principe ook voor groenbemesting geldt, wordt dikwijls waargenomen. Stalmest en groenbemesting dragen bij tot de stikstofvoorziening van het gewas. Bij een lage stikstofbemesting zullen de organische bemestingen het stikstoftekort geheel of ten dele kunnen opheffen, waardoor een flinke opbrengstverhoging kan ontstaan. Door verhoging van de stikstofbemesting op het kunstmestobject kan het opbrengstverschil weer geheel of

FIG. 1 Theoretisch voorbeeld van het verloop van stikstofopbrengstkrommen met en zonder stalmest

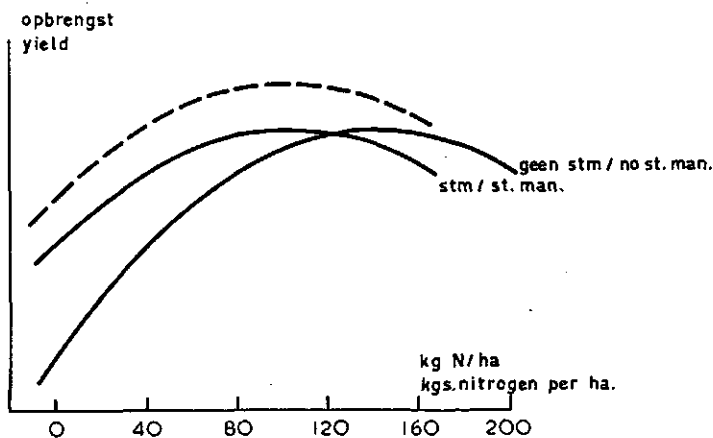


FIG. 1 Theoretical example of the course of nitrogen yield curves with and without stable manure

ten dele verdwijnen. In het geschetste geval bereikt het kunstmestobject met meer stikstof hetzelfde opbrengstniveau als het object met stalmest. De stalmest heeft hier dus wel de behoefte aan kunstmeststikstof verminderd, doch heeft, vergeleken bij de optimale stikstofbemesting voor elk object, geen verhoging van het opbrengstniveau gegeven.

Het kan echter ook voorkomen, dat met meer stikstof op het kunstmestobject toch niet hetzelfde opbrengstniveau te bereiken is [zie de stippellijn in fig. 1]. In dat geval moet men denken aan een werking van de organische bemesting, die niet met kunstmeststikstof te verkrijgen is. Nu is stalmest een veelzijdige meststof, die behalve stikstof ook fosfaat, kali, kalk, magnesium, sporenelementen en organische stof bevat. Een verhoging van de maximale opbrengst zou dan aan een of meer van deze bestanddelen moeten worden toegeschreven. Verder is bekend, dat stalmeststikstof op een andere wijze ter beschikking van de planten komt dan stikstof uit kunstmest, die in één keer wordt gegeven. Hierdoor is het niet uitgesloten, dat de stalmeststikstof via een langzame werking tot een verhoging van de maximale opbrengst bijdraagt.

Op het proefveld is ernaar gestreefd de fosfaat- en kalistoestand op alle objecten op een voldoende hoog peil te houden, zodat een kali- of fosfaatreactie van de stalmest niet te verwachten is. Indien men bij de vergelijking van de stikstofopbrengstkrommen de aandacht richt op de verschillen in maximale opbrengsten, krijgt men dus de effecten van stalmest na uitschakeling van de fosfaat- en kaliwerking van de stalmest, terwijl van de stikstof uit stalmest kan worden gezegd, dat deze uitsluitend via een specifiek effect van invloed kan zijn geweest.

De vergelijking van de stikstofgiften waarbij de maximale opbrengsten zijn verkregen, geeft tevens de invloed van stalmest op de behoefte aan kunstmeststikstof aan. Voor groenbemesting geldt in principe hetzelfde.

Om bij benadering vast te stellen hoe hoog de maximale opbrengst voor elk object is en bij welke stikstofgift deze wordt verkregen, is een vereffening van de stikstofkrommen toegepast, die als volgt werd uitgevoerd. Op transparant papier werden voor elk object de opbrengsten uitgezet tegen de stikstofgiften. Daarna werd de grafiek van bijv. object VIII op die van object X gelegd, zodanig dat de stikstofgiften met elkaar samenvallen. Het blijkt nu, dat de punten van object VIII bij gelijke stikstofbemesting wat hoger liggen. Verschuift men echter de grafiek van object VIII naar rechts, dan blijken de punten van beide objecten bij benadering één kromme te vormen. Het verschil tussen de krommen was dus op te heffen door een verschil in stikstof in rekening te brengen. Het bleek echter, dat niet steeds volstaan kon worden met een verschuiving langs de horizontale as [verschil in stikstof], maar dat ook dikwijls tevens een verschuiving langs de verticale as [verschil in maximale opbrengst] moest plaatsvinden om de krommen te doen samenvallen. Op dezelfde wijze is gehandeld met de overige 8 objecten. Met object X als basis kon door verschuiving één modelkromme worden geconstrueerd uit 10 opbrengstkrommen. Een voorbeeld van een modelkromme die op deze wijze werd verkregen, wordt weergegeven in figuur 2 [roggestro-1953]. Voor elk object werd volgens de modelkromme de lijn door de punten getrokken. Zo werden voor de objecten krommen gevonden, die alle een onderdeel vormen van eenzelfde model, doch die van elkaar verschillen in maximale op-

FIG. 2 Po 168 – 1953, roggestro. Modelkromme verkregen na verschuiving langs de horizontale en verticale as van de opbrengstkrommen van de objecten met organische bemesting

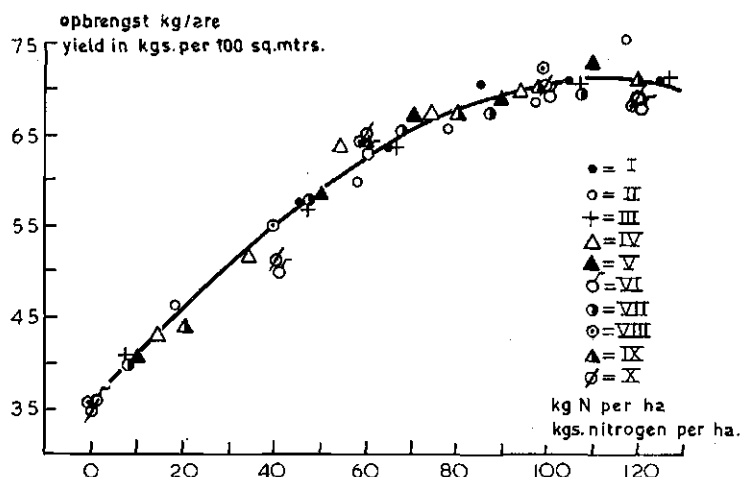


FIG. 2 Influence of nitrogen supply on yields of rye straw; curve obtained after moving the yield curves of the objects with organic manure along the absciss and ordinate

brengst en in optimale stikstofgift [zie figuur 3].

Op deze wijze zijn de aardappelopbrengsten en de korrel- en stro-opbrengsten van alle proefjaren bewerkt. Hierbij deed zich een moeilijkheid voor, die verband houdt met de wijze waarop in de eerste 9 jaren de stikstoftrappen zijn aangelegd. In de ver-

FIG. 3 PO 168 – 1953, roggestro. Opbrengstkrommen van drie objecten na vereffening

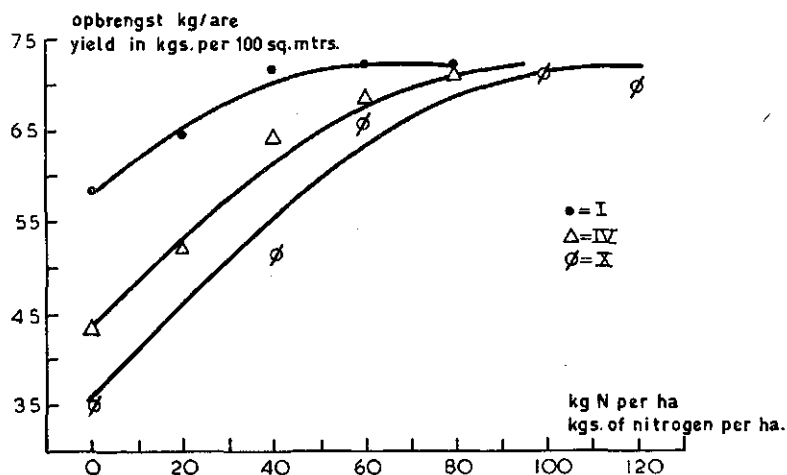


FIG. 3 Smoothed yield curves of rye straw for 3 objects

schillende jaren werden de hoge en de lage stikstofgiften gewisseld, en wel zodanig dat steeds de nulveldjes in het volgende jaar de hoogste gift ontvingen en omgekeerd. Dit had tot gevolg, dat door nawerking van stikstof een vervorming van de stikstofkrommen optrad. In sommige jaren hadden de stikstofkrommen een s-vorm en hierdoor werd het moeilijk om de maximale opbrengsten vast te stellen. Dit verschijnsel trad niet elk jaar even sterk op. In het aardappeljaar 1943 waren de opbrengstkrommen zodanig, dat zelfs niet bij benadering de top kon worden vastgesteld; dit jaar is daarom buiten beschouwing gelaten. Voor de overige beginjaren geldt, dat de effecten niet zeer nauwkeurig konden worden vastgesteld, zodat hier eerder moet worden gesproken van een schatting aan de hand van de stikstofkrommen. Met de krommen verkregen na 1949 konden de effecten vrij goed worden vastgesteld.

IV DE INVLOED VAN STALMEST EN GROENBEMESTING OP DE MAXIMALE OPBRENGSTEN EN DE STIKSTOFBEHOEFTE VAN AARDAPPELEN, ROGGE EN HAVER

Na vaststelling van de maximale opbrengsten met de bijbehorende stikstofgiften voor elk object per jaar zijn deze voor aardappelen, rogge en haver over de jaren gemiddeld. Voor de aardappelen betreft dit 4 proefjaren, voor rogge en haver 5. Zo krijgt men dus de gemiddelde maximale opbrengsten, die met deze gewassen op 10 verschillende objecten zijn bereikt. De opbrengsten en stikstofgiften zijn vermeld in tabel 2. De objecten zijn zo gerangschikt, dat in verticale richting de hoeveelheid stalmest per 3 jaar van boven naar beneden toeneemt bij een gelijke behandeling met het stoppelgewas. In horizontale richting verschilt de behandeling met het stoppelgewas en is de hoeveelheid stalmest gelijk.

Door afzonderlijke vergelijking van de objecten kunnen nu de effecten van verschillende hoeveelheden stalmest en van afoogsten en onderploegen op opbrengstniveau en stikstofbehoefte van aardappelen, rogge en haver worden nagegaan onder uiteenlopende omstandigheden. Dit kan met enkele voorbeelden worden toegelicht.

Zo kan men de directe werking van 30 ton stalmest voor aardappelen nagaan onder twee omstandigheden, nl. wanneer geen stoppelgewassen worden verbouwd [verg. VIII met X] en wanneer de stoppelgewassen worden afoogst [verg. VII met VI]. Vergelijking van dezelfde objecten bij rogge en haver geven resp. de nawerking en de „na”-nawerking van de 30 ton stalmest, die aan de aardappelen zijn gegeven. Het effect van bijv. afoogsten van de twee stoppelgewassen kan men nagaan bij 3 verschillende stalmestniveaus, nl. wanneer geen stalmest wordt gegeven [verg. VI met X], wanneer 30 ton voor aardappelen wordt gegeven [verg. VIII met VII] en wanneer 30 ton voor aardappelen, 20 voor rogge en 20 voor haver wordt gegeven [verg. IX met II]. Bij aardappelen heeft men dan te doen met het directe effect van het afoogsten van snijrogge plus het nawerkingseffect van het afoogsten van de knollen voor haver. Bij rogge heeft men geen direct effect, terwijl bij haver de directe werking van het afoogsten van de knollen tot uiting komt.

Op deze wijze zijn diverse effecten van stalmest en groenbemesting op de maximale opbrengsten na te gaan. Hierna kan de invloed van toenemende hoeveelheden stalmest per 3 jaar op de maximale opbrengsten en de stikstofbehoefte der hoofdgewassen worden bepaald. Ook kunnen dan de effecten van afoogsten en onderploegen onderling worden vergeleken.

Eerst zullen de afzonderlijke effecten van stalmest- en groenbemesting worden nagegaan, zonder dat hierbij op bijzonderheden wordt ingegaan. Men bedenke hierbij dat men te doen heeft met die effecten van organische bemesting die verkregen zijn, wanneer op beide objecten de optimale stikstofgift gegeven is. De effecten van organische bemesting bij een lagere stikstofbemesting zijn belangrijk groter.

TABEL 2 Gemiddelde top-opbrengsten en de optimale stikstofgiften bij tien verschillende behandelingen met stalmest en stoppelgewassen

| tonnen stikstof per 3 jaar ¹ | verdeling per gewas ² | aardappelen/potatoes | | | | roggewas/rye | | | |
|--|---|--------------------------------|--|------------------------------|-------------------|--|------------------------------|-------------------------|--|
| | | geen stoppelgewas ³ | | afoogsten ⁴ | | opbrengst ¹² | | opbrengst ¹³ | |
| | | Obj. ⁵ | top-opbrengst ⁷ knol- len ⁸ o.w.g. ⁹ zet- meel ¹⁰ | Opt. N-gift ¹¹ | Obj. ⁶ | top-opbrengst ⁷ knol- len ⁸ o.w.g. ⁹ zet- meel ¹⁰ | Opt. N-gift ¹¹ | Obj. ⁵ | top-opbrengst ⁷ knol- len ⁸ o.w.g. ⁹ zet- meel ¹⁰ |
| 0 | — | X | 326 409 53,1 | 128 | VI | 341 412 55,9 | 123 | V | 354 401 56,3 |
| 30 | 30 aard. ¹⁵ | VIII | 342 396 53,3 | 85 | VII | 355 395 55,2 | 74 | | |
| 40 | 20 knollen ¹⁷ 20 sn.rogge ¹⁸ | | | | III | 352 407 57,0 | 106 | IV | 363 395 56,3 |
| 70 | 30 aard. ¹⁵ 20 rogge ¹⁶ 20 haver ¹⁸ | IX | 334 392 51,6 | 78 | II | 365 398 57,3 | 70 | | |
| 110 | 30 aard. ¹⁵ 20 rogge ¹⁶ 20 knollen ¹⁷ 20 haver ¹⁸ 20 sn.rogge ¹⁸ | | | | I | 374 393 57,8 | 56 | | |
| 0 | — | X | 36,6 66,3 102 | 126 | VI | 37,3 66,3 93 | 121 | V | 37,8 68,4 81 |
| 30 | 30 aard. ¹⁵ | VIII | 37,8 68,6 91 | 119 | VII | 38,0 67,8 84 | 114 | | |
| 40 | 20 knollen ¹⁷ 20 sn.rogge ¹⁸ | | | | III | 37,7 66,9 86 | 115 | IV | 38,1 68,9 77 |
| 70 | 30 aard. ¹⁵ 20 rogge ¹⁶ 20 haver ¹⁸ | IX | 38,0 69,2 72 | 104 | II | 38,5 69,5 63 | 96 | | |
| 110 | 30 aard. ¹⁵ 20 rogge ¹⁶ 20 knollen ¹⁷ 20 haver ¹⁸ 20 sn.rogge ¹⁸ | | | | I | 39,3 68,6 56 | 88 | | |

haver/oats

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|----|-----|----|------|------|----|----|
| 0 | — | X | 43,7 | 59,7 | 101 | 125 | V1 | 45,8 | 64,8 | 85 | 115 | V | 46,0 | 67,4 | 59 | 91 |
| 30 | 30 aard. ¹⁵ | VIII | 45,2 | 62,3 | 89 | 122 | VII | 46,3 | 64,8 | 78 | 114 | | | | | |
| 40 | 20 knollen ¹⁷ 20 sn.rogge ¹⁸ | | | | | | III | 46,0 | 66,5 | 77 | 107 | IV | 46,2 | 67,5 | 46 | 86 |
| 70 | 30 aard. ¹⁵ 20 rogge ¹⁶ 20 haver ¹⁸ | IX | 45,9 | 61,9 | 66 | 96 | II | 48,0 | 69,5 | 51 | 89 | | | | | |
| 110 | 30 aard. ¹⁵ 20 rogge ¹⁶ 20 knollen ¹⁷ 20 haver ¹⁸ 20 sn.rogge ¹⁸ | | | | | | I | 47,0 | 68,7 | 48 | 82 | | | | | |

TABLE 2 Average top yields and optimum supply with nitrogen at 10 different treatments of stable manure and secondary crops

| | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|----|--------------------|----|--------------------------|----|------------|
| 1 | stable manure in tons per 3 years | 6 | treatment | 11 | optimal gift of nitrogen | 16 | rye |
| 2 | distribution per crop | 7 | top yield | 12 | yield | 17 | turnips |
| 3 | no sec. crop grown | 8 | tubers | 13 | grain | 18 | oats |
| 4 | sec. crop harvested | 9 | under water weight | 14 | straw | 19 | fodder rye |
| 5 | sec. crop ploughed in | 10 | starch | 15 | potatoes | | |

A AFZONDERLIJKE EFFECTEN VAN VERSCHILLENDE HOEVEELHEDEN STALMEST EN VAN AFOOGSTEN EN ONDERPLOEGEN VAN STOPPELGEWASSEN

1 STALMEST

De effecten van stalmest zijn vermeld in tabel 3. De invloed van 30 ton stalmest voor aardappelen kan men nagaan onder twee verschillende omstandigheden:

- 1 wanneer er geen stoppelgewassen worden verbouwd,
- 2 wanneer de stoppelgewassen worden aangeoogst.

Er komen geen duidelijke verschillen naar voren tussen de effecten onder deze beide omstandigheden. Dat wil zeggen, dat er geen interactie is tussen 30 ton stalmest en het afoogsten van de stoppelgewassen. Zoals men bij de berekening van de interacties tussen stalmest en groenbemesting [tabel 5 op blz. 17] zal zien, werd in geen enkel geval een statistisch betrouwbare interactie gevonden. Er was echter één geval [70 ton stalmest per 3 jaar \times afoogsten), waarbij een zo groot bedrag gevonden werd, dat hieraan, ondanks het feit dat de interactie niet statistisch betrouwbaar is, niet zonder meer kan worden voorbijgegaan. In dat geval zullen de effecten van stalmest bij de verschillende omstandigheden van groenbemesting afzonderlijk worden weergegeven. In alle andere gevallen, waarbij er geen sprake is van een interactie, zal het gemiddelde effect onder verschillende omstandigheden van groenbemesting worden weergegeven. Zo is het gemiddelde effect van 30 ton stalmest bij afoogsten en zonder stoppelgewas als volgt:

Dertig ton stalmest gaf een verhoging van de maximale opbrengst bij aardappelen van 4,5%. Dit is het gemiddelde effect over 4 jaren en bij twee omstandigheden van groenbemesting. Van dit gemiddelde verschil van 15 kg/are werd met behulp van de t-toets gevonden dat er 99% waarschijnlijkheid is voor een van 0 afwijkend verschil. Het gevonden verschil is dus statistisch zeer betrouwbaar. Men ziet echter, dat het onderwatergewicht door stalmest met gemiddeld 15 eenheden werd verlaagd, zodat de zetmeelopbrengsten met resp. 5425 en 5450 kg/ha praktisch gelijk waren. De gevonden verlaging van de zetmeelopbrengst met 25 kg/ha is statistisch niet betrouwbaar.

De nawerking gaf een verhoging van de maximale opbrengst bij de roggekorrel van 2,5% en bij het roggestro van 2,8%. Bij de t-toets werd in beide gevallen het 5%-punt bereikt. Neemt men dit als norm aan, dan zijn de beide gevonden verschillen statistisch betrouwbaar.

De „na“-nawerking op haverkorrel en stro was resp. 2,2% en 2,0%. Het effect op de korrel bereikt het 5%-punt, terwijl dat op de stro-opbrengst het 10%-punt dicht benadert. Wordt het 5%-punt als eis gesteld, dan is het effect op de korrel betrouwbaar en dat op de stro-opbrengst niet.

Samenvattend kan men zeggen, dat stalmest de maximale opbrengsten zowel bij aardappelen als rogge en haver enigszins heeft verhoogd. Bij aardappelen kwam de verhoging van de knolopbrengst niet tot uiting in een verhoging van de zetmeelopbrengst, doordat een verlaging van het onderwatergewicht optrad.

De stalmest had een duidelijk verlagende invloed op de stikstofbehoefte. Gemiddeld onder beide omstandigheden was deze:

| | | | |
|------------------|------------|---|-----------------------|
| voor aardappelen | 46 kg N/ha | | |
| „ roggekorrel | 10 | „ | } gemiddeld 8 kg N/ha |
| „ roggestro | 7 | „ | |
| „ haverkorrel | 9 | „ | |
| „ haverstro | 2 | „ | } „ 5 kg N/ha |

Het grootste effect is in het eerste jaar bij aardappelen opgetreden, terwijl nog enige nawerking op rogge en haver te bespeuren valt. De stikstofgehalten van de stalmest die op dit proefveld is gebruikt, zijn niet bekend. Analyses van 7 partijen stalmest van de proefberderij uit de jaren 1935-1955 maken het waarschijnlijk, dat het gehalte ongeveer 0,5% heeft bedragen. Neemt men dit aan, dan kan worden berekend, dat in totaal 40% van de stikstof van de stalmest tot werking is gekomen. In het eerste jaar was dit voor aardappelen 30% en daarna voor rogge en haver nog resp. 6% en 4%. De invloed van 20 ton stalmest voor stoppelknollen plus 20 ton stalmest voor snijrogge op de maximale opbrengsten van de hoofdgewassen kan men nagaan onder drie verschillende omstandigheden:

- 1 wanneer er verder geen stalmest wordt gegeven en de stoppelgewassen worden afgeogst,
- 2 wanneer er verder geen stalmest wordt gegeven en de stoppelgewassen worden ondergeploegd,
- 3 wanneer er bovendien 70 ton stalmest per 3 jaar wordt gegeven en de stoppelgewassen worden afgeogst.

Ook hier blijken de reacties onder deze drie omstandigheden niet veel te verschillen. Gemiddeld gaf 20 ton voor knollen plus 20 ton voor snijrogge een zeer betrouwbare verhoging van de maximale opbrengst bij aardappelen van 2,7% en een verlaging van de onderwatergewichten met ongeveer 5 eenheden. De zetmeelopbrengsten zijn vrijwel gelijk, resp. 5700 en 5650 kg/ha. Het verschil is niet betrouwbaar.

Bij rogge lag de korrelopbrengst 1,3% hoger, terwijl de stro-opbrengsten praktisch gelijk waren [6810 en 6806 kg/ha]. De korrelopbrengsten van haver waren bijna gelijk [4640 en 4660 kg/ha], evenals die van stro [6757 en 6737 kg/ha]. De verschillen bij de granen zijn statistisch niet betrouwbaar.

Men ziet dus, dat stalmest voor de stoppelgewassen een geringe verhoging van de maximale opbrengst van aardappelen heeft gegeven, ook hier gepaard met een verlaging van het onderwatergewicht, waardoor geen verhoging van de zetmeelopbrengst werd verkregen. De stalmest had geen invloed op de maximale opbrengsten van rogge en haver.

De verlaging van de stikstofbehoefte was gemiddeld:

| | | | |
|------------------|------------|---|-------------------------|
| voor aardappelen | 10 kg N/ha | | |
| „ roggekorrel | 6 | „ | } gemiddeld 6,5 kg N/ha |
| „ roggestro | 7 | „ | |
| „ haverkorrel | 8 | „ | |
| „ haverstro | 7 | „ | } „ 7,5 „ |

TABEL 3 Effecten van verschillende hoeveelheden stalmest per 3 jaar op de maximale opbrengsten en de optimale stikstofgiften van aardappelen, rogge en haver bij verschillende niveaus van organische bemesting

aardappelen / potatoes

proefgift¹ niveau org. bemesting²

hoe-
veel-
heid
per
gewas⁴
sum.⁵

stalm-
gift¹⁰

stoppe-
l-gewas¹¹

obj.¹²

opbr. knollen¹⁸
ver-
schil¹⁷

o. w. g.¹⁶

ver-
schil¹⁷

opbr. zetmeel¹⁹
ver-
schil¹⁷

opt. N-gift²⁰
ver-
schil¹⁷

30 30 aard.⁵

geen¹³
afoogsten¹⁴

VIII-X
VII-VI

342 326
355 341

16 14

396 409
395 412

— 13 — 17

53,3 53,1
55,2 55,9

0,2 — 0,7

85 128
74 123

43 49

40 20 knollen⁶
20 sn.rogge⁷

afoogsten¹³
ploegen¹⁴

III-VI
IV-V

352 341
363 354

11 9

407 412
395 401

— 5 — 6

57,0 55,9
56,3 56,3

1,1 0

106 123
65 91

17 26

70 30 aard.⁵
20 rogge⁶
20 haver⁸

afoogsten¹³

I-II

374 365

9

393 398

— 5

57,8 57,3

0,5

56 70

14

110 30 aard.⁵
20 rogge⁶
20 knollen⁶
20 haver⁸
20 sn.rogge⁷

geen¹³
afoogsten¹³

IX-X
II-VI

334 326
365 341

8 24

392 409
398 412

— 17 — 14

51,6 53,1
57,3 55,9

— 1,5 1,4

78 128
70 123

50 53

30 aard.⁵
20 rogge⁶
20 knollen⁶
20 haver⁸
20 sn.rogge⁷

afoogsten¹³

I-III

374 352

22

393 407

— 14

57,8 57,0

0,8

56 106

50

30 aard.⁵
20 rogge⁶
20 knollen⁶
20 haver⁸
20 sn.rogge⁷

afoogsten¹³

I-VI

374 341

33

393 412

— 19

57,8 55,9

1,9

56 123

67

rogge / rye

30 30 aard.⁵

geen¹³
afoogsten¹³

VIII-X
VII-VI

37,8 36,6
38,0 37,3

1,2 0,7

91 102
84 93

11 9

68,6 66,3
67,8 66,3

2,3 1,5

119 126
114 121

7 7

40 20 knollen⁶
20 sn.rogge⁷

afoogsten¹³
ploegen¹⁴

III-VI
IV-V

37,7 37,4
38,1 37,8

0,3 0,3

86 93
77 81

7 4

66,9 66,3
68,9 68,4

0,6 0,5

115 121
107 114

6 7

20 rogge⁶
20 haver⁸

afoogsten¹³

I-II

39,3 38,5

0,8

56 63

7

68,6 69,5

— 0,9

88 96

8

| | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------|--------------|-------------------------------------|--------------------|---------------------------|-------------|
| 30 aard. ⁵ 70 20 rogge ⁶ 20 haver ⁹ | 0 | geen ¹³ afoogsten ¹³ II-VI | IX-X II-VI | 38,0 36,6 38,5 37,3 | 1,4 1,2 | 72 102 63 93 | 30 30 | 69,2 66,3 69,5 66,3 | 2,9 3,2 | 104 126 96 121 | 22 25 |
| 20 knollen ⁶ 20 sn.rogge ⁷ | | afoogsten ¹³ I-III | I-III | 39,3 37,7 | 1,6 | 56 86 | 30 | 68,6 66,9 | 1,7 | 88 115 | 27 |
| 30 aard. ⁵ 20 rogge ⁶ 20 knollen ⁶ 20 haver ⁹ 20 sn.rogge ⁷ | 0 | afoogsten ¹³ I-VI | I-VI | 39,3 37,3 | 2,0 | 56 93 | 37 | 68,6 66,3 | 2,3 | 88 121 | 33 |
| haver/oats | | | | | | | | | | | |
| 30 30 aard. ⁵ | 0 | geen ¹³ afoogsten ¹³ VIII-X VII-VI | VIII-X VII-VI | 45,2 43,7 46,3 45,8 | 1,5 0,5 | 89 101 78 85 | 12 7 | 62,3 59,7 64,8 64,8 | 2,6 0 | 122 125 114 115 | 3 1 |
| 20 knollen ⁶ 30 aard. ⁵ 20 rogge ⁶ 20 sn.rogge ⁷ | 0 | afoogsten ¹³ ploegen ¹⁴ afoogsten ¹³ III-VI IV-V I-V | III-VI IV-V I-V | 46,0 45,8 46,2 46,0 47,0 48,0 | 0,2 0,2 —1,0 | 77 85 46 59 48 51 | 8 13 3 | 66,5 64,8 67,5 67,4 68,7 69,5 | 1,7 0,1 —0,8 | 107 115 86 91 82 89 | 8 5 7 |
| 30 aard. ⁵ 70 20 rogge ⁶ 20 haver ⁹ | 0 | geen ¹³ afoogsten ¹³ IX-X II-VI | IX-X II-VI | 45,9 43,7 48,0 45,8 | 2,2 2,2 | 66 101 51 85 | 35 34 | 61,9 59,7 69,5 64,8 | 2,2 4,7 | 96 125 89 115 | 29 26 |
| 20 knollen ⁶ 20 sn.rogge ⁷ | | afoogsten ¹³ I-III | I-III | 47,0 46,0 | 1,0 | 48 77 | 29 | 68,7 66,5 | 2,2 | 82 107 | 25 |
| 30 aard. ⁵ 20 rogge ⁶ 20 knollen ⁶ 20 haver ⁹ 20 sn.rogge ⁷ | 0 | afoogsten ¹³ I-VI | I-VI | 47,0 45,8 | 1,2 | 48 85 | 37 | 68,7 64,8 | 3,9 | 82 115 | 33 |

TABLE 3 Effects of various quantities of stable manure per 3 years on the top yields and the optimum supply with nitrogen of potatoes, rye and oats in addition to different continuous treatments

| | | | |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 1 experimental treatment | 7 fodder rye | 13 harvested | 19 starch yield |
| 2 continuous treatment | 8 rye | 14 ploughed in | 20 optimal silt of ni rogen |
| 3 stable manure in 3 years | 9 oats | 15 treatment | 21 grain yield |
| 4 distribution per crop | 10 stable manure in 3 years | 16 tuber yield | 22 straw yield |
| 5 potatoes | 11 sec. crop | 17 difference | |
| 6 turnips | 12 not grown | 18 onder water weight | |

Gaat men weer uit van een stikstofgehalte in de stalmest van 0,5%, dan kan worden berekend, dat bij deze wijze van toediening van de stalmest in totaal 16,5% van de stalmeststikstof bij de hoofdgewassen tot werking is gekomen, bij de aardappelen 9,5% en bij rogge en haver resp. 3,25% en 3,75%.

Het effect van 30 ton stalmest voor aardappelen plus 20 ton stalmest voor rogge plus 20 ton stalmest voor haver kan men nagaan onder drie omstandigheden:

1 wanneer er verder geen stalmest wordt gegeven en geen stoppelgewassen worden verbouwd,

2 wanneer er verder geen stalmest wordt gegeven en de stoppelgewassen worden afgeogst,

3 wanneer er bovendien 20 ton stalmest aan de knollen en 20 ton aan de snijrogge wordt gegeven en het stoppelgewas wordt afgeogst.

Beziet men in tabel 3 de effecten onder deze drie omstandigheden, dan vallen twee dingen in het bijzonder op, nl. het geringe effect bij aardappelen onder omstandigheid 1 en het grote effect bij haverstro onder 2. Aan het grote effect bij haverstro moet men geen bijzondere aandacht schenken, omdat het is ontstaan uit een gemiddelde van 5 jaar waarin slechts een keer een bijzonder groot effect optrad, terwijl in de andere jaren de werkingen van dezelfde orde van grootte lagen als bij 1 en 3. Er kon worden berekend, dat het gemiddelde effect onder omstandigheid 2 niet betrouwbaar afweek van de effecten onder 1 en 3.

Het geringe effect bij aardappelen onder omstandigheid 1 lijkt echter wel van betekenis. Dit verschijnsel is in 3 van de 4 aardappeljaren opgetreden. Bij het berekenen van de interactie 70 ton stalmest x afoogsten werd een positieve interactie van 800 kg/ha gevonden, die echter niet statistisch betrouwbaar was. Hoewel dus aan de statistische eis niet werd voldaan, lijkt ons dit verschijnsel voldoende duidelijk vastgesteld om er aandacht aan te schenken. Daarom zal het effect onder omstandigheid 1 afzonderlijk worden vermeld en dat onder de omstandigheden 2 en 3, die geen grote verschillen vertonen, worden gemiddeld. Vergelijkt men het effect onder omstandigheid 1 met het gemiddelde van 2 en 3, dan krijgt men in procenten uitgedrukt het volgende:

| omstandigheid | aard- appelen | o.w.g. grammen | zetmeel- opbr. | rogge- korrel | rogge- stro | haver- korrel | haver- stro |
|---------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|
| 1 | 2,4% | — 17 | — 3 % | 3,8% | 4,4% | 5% | 3,7% |
| gem. 2 en 3 | 6,6% | — 14 | 1,9% | 3,7% | 4,1% | 3,5% | 5,2% |

Het effect van 70 ton stalmest per 3 jaar, gegeven op grond waarop geen stoppelgewassen worden verbouwd, blijft bij aardappelen duidelijk achter bij dat van dezelfde hoeveelheid, gegeven op grond waarop de stoppelgewassen worden afgeogst.

Bij rogge en haver treedt dit verschil in reactie niet op. Het verschil in reactie treedt bij aardappelen blijkbaar alleen maar op bij een grote hoeveelheid stalmest per 3 jaar, want bij een gift van 30 ton alleen voor aardappelen was het verschil niet waar te nemen [verg. de effecten van 30 ton stalmest voor aardappelen zonder stoppelgewassen en bij afoogsten].

De gemiddelde effecten van 70 ton stalmest onder de omstandigheden 2 en 3 op aardappelknollen, roggestro en haverstro zijn betrouwbaar. De korrelopbrengst van

rogge bereikt het 10%-punt, terwijl de zetmeelopbrengst van aardappelen en de korrel-opbrengst van haver het 20%-punt niet bereiken.

De verlagende invloed van 70 ton stalmest op de stikstofbehoefte was in alle drie gevallen gelijk. Gemiddeld was deze:

| | | | |
|------------------|------------|---|----------------------|
| voor aardappelen | 51 kg N/ha | | |
| „ roggekorrel | 30 „ | } | gemiddeld 27 kg N/ha |
| „ roggestro | 24 „ | | |
| „ haverkorrel | 32 „ | | |
| „ haverstro | 26 „ | | |
| | | | „ 29 „ |

Bij een stikstofgehalte van 0,5% in de stalmest is in totaal 30% tot werking gekomen, bij aardappelen 14,5%, bij rogge 7,5% en bij haver 8%.

Het effect van 30 ton stalmest voor aardappelen plus 20 ton voor rogge plus 20 ton voor stoppelknollen plus 20 ton voor haver plus 20 ton voor snijrogge op de hoofdgewassen kan men alleen nagaan bij het afoogsten van de stoppelgewassen.

Een verhoging van de maximale opbrengst bij aardappelen van 9,7% werd verkregen met 110 ton stalmest per 3 jaar. Het onderwatergewicht werd verlaagd met 19 eenheden en de zetmeelopbrengst verhoogd met 3,4%.

Bij rogge lag de korrel-opbrengst 5,4% hoger en die van stro 3,5%. Bij haver waren de verhogingen voor korrel en stro resp. 2,6% en 6,0%.

Van de gevonden effecten kon alleen die op de knolopbrengst van aardappelen betrouwbaar worden aangetoond. De overige effecten konden geen van alle het 5%-punt halen. Men ziet dus, dat deze vrij grote effecten niet betrouwbaar zijn, terwijl in het voorgaande kleinere effecten wel betrouwbaar konden worden aangetoond. Dit moet worden verklaard uit het feit, dat men hier slechts onder één omstandigheid kan vergelijken. Men heeft hier dus slechts de helft van het aantal waarnemingen, waardoor de effecten veel groter moeten zijn om betrouwbaar te kunnen worden aangetoond.

De stikstofbehoefte werd door 110 ton stalmest per 3 jaar met de volgende bedragen verlaagd:

| | | | |
|------------------|------------|---|----------------------|
| voor aardappelen | 67 kg N/ha | | |
| „ roggekorrel | 37 „ | } | gemiddeld 35 kg N/ha |
| „ roggestro | 33 „ | | |
| „ haverkorrel | 37 „ | | |
| „ haverstro | 33 „ | | |
| | | | „ 35 kg N/ha |

Bij een stikstofgehalte in de stalmest van 0,5% is in totaal 25% tot werking gekomen, bij aardappelen 12%, bij rogge 6,5% en bij haver ook 6,5%.

2 GROENBEMESTING

De groenbemestingseffecten zijn weergegeven in tabel 4. Het effect van afoogsten van stoppelknollen voor haver en van snijrogge voor aardappelen in vergelijking met het zwart houden van de stoppel kan men nagaan onder drie omstandigheden:

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------|---------------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------------|----------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------|
| afoogsten t.o.v. geen st.gewas ¹ | knollen voor haver snijroge voor aard. ⁴ | 0 30 70 | VI-X VII-VIII II-IX | 45.8 46.3 48.0 | 43.7 45.2 45.9 | 2.1 1.1 2.1 | 85 78 51 | 101 89 66 | 16 11 15 | 64.8 64.8 69.5 | 59.7 62.3 61.9 | 5.1 2.5 7.6 | 115 114 89 | 125 122 96 | 10 8 7 |
| onderpl. t.o.v. afoogsten ² | knollen voor haver snijroge voor aard. ⁴ | 0 40 | V-VI IV-III | 46.0 46.2 | 45.8 46.0 | 0.2 0.2 | 59 46 | 85 77 | 26 31 | 67.4 67.5 | 64.8 66.5 | 2.6 1.0 | 91 96 | 115 107 | 24 11 |
| onderpl. t.o.v. geen st.gewas ³ | knollen voor haver snijroge voor aard. ⁴ | 0 | V-X | 46.0 | 43.7 | 2.3 | 59 | 101 | 42 | 67.4 | 59.7 | 7.7 | 91 | 125 | 34 |

TABLE 4 *Effects of ploughing in and harvesting turnips and fodder rye on the top yields and the optimum supply with nitrogen of potatoes, rye and oats at different gifts of stable manure*

| | | | |
|--|---|--------------------------|-----------------------------|
| 1 of sec. crop harvested and - not grown | 4 turnips preceding oats, and fodder rye preceding potatoes | 8 tuber yield difference | 12 optimal gift of nitrogen |
| 2 of sec. crop ploughed in and - harvested | 5 secondary crop | 10 under water weight | 13 grain yield |
| 3 of sec. crop ploughed in and - not grown | 6 stable manure in tons | 11 starch yield | 14 straw yield |
| | 7 treatment | | |

- 1 wanneer geen stalmest wordt gegeven,
- 2 wanneer 30 ton stalmest voor aardappelen wordt gegeven,
- 3 wanneer 30 ton stalmest voor aardappelen plus 20 ton voor rogge plus 20 ton voor haver wordt gegeven.

Men ziet, dat het effect van afoogsten onder de omstandigheden 1 en 2 vrijwel gelijk, doch dat bij 70 ton stalmest per 3 jaar belangrijk groter is. Middelt men de effecten 1 en 2, dan krijgt men in procenten uitgedrukt het volgende:

| omstandigheid | aard-appelen | o.w.g. grammen | zetmeel-opbr. | rogge-korrel | rogge-stro | haver-korrel | haver-stro |
|---------------|--------------|----------------|---------------|--------------|------------|--------------|------------|
| gem. 1 en 2 | 4,2% | 1 | 4,3% | 1,2% | — 0,7% | 3,6% | 6,2% |
| 3 | 9,3% | 6 | 11,0% | 1,3% | 0,4% | 4,6% | 12,3% |

Men ziet in de gevallen 1 en 2 een betrouwbare invloed van het verbouwen en afoogsten van de stoppelgewassen op de maximale opbrengst van aardappelen, die ook tot uiting komt in een betrouwbare verhoging van de zetmeelopbrengst, omdat hier het onderwatergewicht niet wordt verlaagd. Er is geen invloed op de korrel- en stro-opbrengst van rogge [nawerking] en wel een betrouwbare verhoging bij de haver-opbrengsten. Voorts is het effect bij de haverstro-opbrengsten groter dan bij die aan korrel.

In geval 3 zijn de effecten bij aardappelen en haverstro nog belangrijk groter. Men vindt hier een interactie tussen het afoogsten van de stoppelgewassen en 70 ton stalmest per 3 jaar. Deze interactie is bij het nagaan van de stalmesteffecten ook reeds opgemerkt.

De invloed op de stikstofbehoefte is in alle drie gevallen nagenoeg gelijk. Gemiddeld wordt de stikstofbehoefte voor de hoofdgewassen als volgt verlaagd:

| | | |
|------------------|-----------|-----------------------|
| voor aardappelen | 8 kg N/ha | |
| „ roggekorrel | 8 „ | } gemiddeld 7 kg N/ha |
| „ roggestro | 6 „ | |
| „ haverkorrel | 14 „ | } „ 11 kg N/ha |
| „ haverstro | 8 „ | |

Men ziet dus, dat het afoogsten van de stoppelgewassen nog een geringe invloed heeft op de stikstofbehoefte van de hoofdgewassen.

Bij het onderploegen van stoppelknollen voor haver en van snijrogge voor aardappelen in vergelijking met het afoogsten van deze stoppelgewassen krijgt men het effect, dat het extra onderploegen van de bovengrondse groene massa geeft. Dit effect kan men nagaan onder de volgende omstandigheden:

- 1 wanneer geen stalmest wordt gegeven,
- 2 wanneer 20 ton stalmest voor stoppelknollen plus 20 ton voor snijrogge wordt gegeven.

Het effect is onder deze beide omstandigheden vrijwel gelijk. Het onderploegen van de groene massa van snijrogge voor aardappelen en van stoppelknollen voor haver gaf gemiddeld ten opzichte van afoogsten een verhoging van de maximale opbrengst bij

aardappelen van 3,7%. Dit verschil is statistisch betrouwbaar. Het onderwatergewicht werd echter met 11 eenheden verlaagd, zodat de zetmeelopbrengsten van gemiddeld 5630 en 5645 kg/ha praktisch gelijk waren.

Bij rogge waren de effecten op korrel en stro resp. 1,2% en 3,1%, terwijl dit bij haver 0,4% en 2,7% was. De effecten op roggekorrel en stro zijn betrouwbaar. Het effect op haverstro benadert het 10%-punt, dat op haverkorrel is niet betrouwbaar.

Men ziet hier dus een positieve invloed op de knolopbrengst, doch geen op de zetmeelopbrengst van aardappelen, voorts een geringe verhogende invloed op roggekorrel, roggestro en haverstro en geen invloed op de haverkorrel.

De verlaging van de stikstofbehoefte was gemiddeld:

| | | | | |
|-----------------------------|-------------|------|---|-------------------------|
| voor aardappelen 36 kg N/ha | | | | |
| „ | roggekorrel | 10,5 | „ | } gemiddeld 9,5 kg N/ha |
| „ | roggestro | 8,5 | „ | |
| „ | haverkorrel | 28,5 | „ | } „ 25,5 kg N/ha |
| „ | haverstro | 22,5 | „ | |

De verlaging van de stikstofbehoefte is voor aardappelen en haver groter dan voor rogge. Voor aardappelen en haver heeft men te doen met de directe werking [resp. snijrogge en stoppelknollen], voor rogge met de nawerking.

Bij het onderploegen van stoppelknollen voor haver en van snijrogge voor aardappelen in vergelijking met het zwart houden van de stoppel krijgt men het totale effect van het verbouwen en onderploegen van de stoppelgewassen. Dit effect kan men nagaan onder één omstandigheid, nl. wanneer geen stalmest wordt gegeven.

De maximale opbrengst bij aardappelen werd met 8,6% verhoogd. Bij het onderwatergewicht trad een verlaging op met 8 eenheden. De zetmeelopbrengst was 6% hoger. Bij rogge waren de effecten op korrel en stro resp. 3,3% en 3,2%, terwijl dit bij haver resp. 5,3% en 12,9% was.

Men ziet hier dus een flinke positieve invloed op de knol- en de zetmeelopbrengst van aardappelen. Bij rogge treedt ook enig effect op [nawerking], terwijl bij haver het effect groter is [directe werking]. Bij haver valt het zeer grote effect bij de stro-opbrengst op. De stikstofbehoefte werd als volgt verlaagd:

| | | | | |
|-----------------------------|-------------|----|---|--------------------------|
| voor aardappelen 37 kg N/ha | | | | |
| „ | roggekorrel | 21 | „ | } gemiddeld 16,5 kg N/ha |
| „ | roggestro | 12 | „ | |
| „ | haverkorrel | 42 | „ | } „ 38 kg N/ha |
| „ | haverstro | 34 | „ | |

3 INTERACTIE TUSSEN STALMEST EN GROENBEMESTING

In het voorgaande is vermeld, dat de reactie van aardappelen op 70 ton stalmest per 3 jaar verschillend was, naar gelang de stalmest werd gegeven op grond, waarop geen stoppelgewassen wordt geteeld [zwarte grond] of op grond, waar de stoppelgewassen worden afgeoogst. De stalmestreactie was groter op grond met teelt van stoppelgewassen. Dit kan ook als volgt worden uitgedrukt: de reactie op het afoogsten van

stoppelgewassen is op grond die tevens 70 ton stalmest per 3 jaar ontvangt, groter dan op grond die geen stalmest krijgt. Men heeft in dit geval te maken met een interactie tussen stalmest en teelt van stoppelgewassen. Het gecombineerde gebruik van deze beide middelen gaf een groter effect dan de som van de effecten bij afzonderlijke toepassing.

Het proefveld gaf de gelegenheid voor de volgende gevallen de interacties tussen stalmest en groenbemesting te berekenen:

- 1 30 ton stalmest voor aardappelen \times afoogsten van de stoppelgewassen [objecten VI, VII, VIII en X],
- 2 70 ton stalmest per 3 jaar [30 aardappelen, 20 rogge en 20 haver] \times afoogsten van de stoppelgewassen [II, VI, IX en X],
- 3 40 ton stalmest per 3 jaar [20 snijrogge en 20 stoppelknollen] \times onderploegen van de stoppelgewassen [III, IV, V en VI].

De gemiddelde interacties over de proeffaren werden berekend voor de knol- en zetmeelopbrengsten voor aardappelen en de korrel- en stro-opbrengsten van rogge en haver. Hierbij werd de volgende formule gebruikt: interactie = $\frac{1}{2}$ [(opbrengst stalmest + groenbemesting minus opbrengst groenbemesting) minus (opbrengst stalmest minus opbrengst zonder stalmest en zonder groenbemesting)]. Tabel 5 geeft een overzicht van de berekende interacties.

Alvorens deze tabel te bespreken, moet worden opgemerkt, dat zich bij de vaststelling van interacties tussen twee soorten organische bemesting een bijzonderheid voordoet. Bij de berekening van een interactie tussen twee verschillende factoren vergelijkt men het gezamenlijke effect van beide met het afzonderlijke effect van elk van beide factoren. Indien men dit bij stalmest en groenbemesting doet, heeft men zowel bij stalmest als bij groenbemesting te doen met een complex van factoren, die alle de opbrengst kunnen beïnvloeden. Bij het nagaan van een interactie in andere gevallen heeft men steeds te maken met twee factoren die principieel verschillend zijn. Stalmest en

TABEL 5 Interacties tussen stalmest en groenbemesting in kg/are

| | aardappelen | | rogge | | haver | | |
|---------------------------------|-----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| | knollen | zetmeel | korrel | stro | korrel | stro | |
| 30 stm \times afoogsten | - 1,00 | - 0,45 | - 0,25 | - 0,40 | - 0,50 | - 1,30 | 30 tons o. st. man. \times sec. crop harv. |
| 70 stm \times afoogsten | + 8,00 | + 1,45 | - 0,10 | + 0,15 | 0 | + 1,25 | 70 tons o. st. man. \times sec. crop harv. |
| 40 stm \times onderploegen | - 1,00 | - 0,55 | - 0,05 | - 0,05 | 0 | - 0,80 | 40 tons o. st. man. \times sec. cr. ploughed in |
| | <i>tubers</i> | <i>starch</i> | <i>grain</i> | <i>straw</i> | <i>grain</i> | <i>straw</i> | |
| | <i>potatoes</i> | | <i>rye</i> | | <i>oats</i> | | |

TABLE 5 Interactions between the factors stable manure and green manure in kgs. per ha.

groenbemesting bevatten echter factoren die in beide voorkomen, en daarnaast factoren die van elkaar verschillen. Berekent men nu een negatieve interactie tussen stalmest en groenbemesting, dan is het mogelijk, dat dit veroorzaakt wordt door twee verschillende factoren, die elkaar ongunstig beïnvloeden, doch het kan ook zijn dat eenzelfde factor die in beide voorkomt, een afnemende opbrengstvermeerdering geeft, doordat men het effect van een grotere hoeveelheid ervan [stalmest + groenbemesting] vergelijkt met de effecten van twee kleinere hoeveelheden afzonderlijk [stalmest enerzijds en groenbemesting anderzijds]. Men kan zich b.v. voorstellen, dat stalmest 30 kg stikstof levert en groenbemesting 40 kg. Het effect van 70 kg stikstof is geringer dan de som van de afzonderlijke effecten van 30 en 40 kg. Men vindt dan een „negatieve interactie” doch men heeft in dat geval te doen met de wet van de afnemende opbrengstvermeerderingen en het woord „interactie” is hierbij niet op zijn plaats. In ons geval zijn de factoren N, P en K uitgeschakeld, doch men kan zich voorstellen, dat stalmest en groenbemesting de overige factoren deels gemeenschappelijk en deels niet gemeenschappelijk hebben. Het is dus niet uit te maken in hoeverre er sprake is van een werkelijke interactie of van afnemende opbrengstvermeerderingen. In deze publikatie is het woord interactie gehandhaafd omdat anders steeds een omschrijving zou moeten worden gegeven. Bij organische bemesting is aan dit woord echter steeds de genoemde restrictie verbonden.

Uit tabel 5 blijkt, dat de gevonden bedragen over het algemeen zeer klein zijn. Bij toepassing van de t-toets kon in geen van deze gevallen het gevonden verschil als statistisch betrouwbaar worden aangemerkt.

Wel springt in dit overzicht duidelijk het reeds vermelde afwijkende gedrag van de aardappelen bij 70 ton stm per 3 jaar x afoogsten naar voren. Men ziet hier een positief verschil van 800 kg knollen/ha, terwijl in de beide andere gevallen [30 ton stalmest per 3 jaar x afoogsten en 40 ton stalmest per 3 jaar x onderploegen de interacties zwak negatief uitvallen. Dezelfde tendens is ook bij haverstro aanwezig. Hoewel deze interacties niet statistisch betrouwbaar zijn vastgesteld, lijkt het niet verantwoord aan dit verschijnsel zonder meer voorbij te gaan. Het optreden van de positieve interactie betekent, dat het effect van 70 ton stalmest per 3 jaar, gegeven op grond waarop stoppelgewassen worden verbouwd, groter is dan bij toediening op zwarte grond. Hoewel dit niet met zekerheid te zeggen is, is men geneigd uit de vergelijking met de opbrengsten van de andere objecten af te leiden, dat dit verschil in reactie eerder samenhangt met een bijzonder gering effect van 70 ton stalmest op zwarte grond dan met een bijzonder groot effect van 70 ton stalmest op grond met afgeogste stoppelgewassen [verg. tabel 2]. Men ziet nl. dat 70 ton stalmest op zwarte grond [object IX] gemiddeld een lagere opbrengst heeft gegeven dan 30 ton stalmest op zwarte grond [VIII]. Dit geldt ook voor de opbrengsten aan haverstro.

Voor dit afwijkende gedrag van 70 ton stm per 3 jaar op zwarte grond is tot dusver geen verklaring gevonden. Indien hier inderdaad sprake zou zijn van een slecht effect op zwarte grond, dat kan worden opgeheven door de teelt van stoppelgewassen, zou men hetzelfde mogen verwachten bij 30 ton stalmest op zwarte grond. Doch hier vindt men, dat het effect van 30 ton stalmest op zwarte grond niet afwijkt van dat op grond met stoppelgewassenteelt. Het verschil zou men alleen kunnen verklaren door aan te

nemen, dat dit verschijnsel pas gaat optreden, als grotere hoeveelheden stalmest worden gegeven [70 ton in plaats van 30 ton]. Het geringe effect zou dan samenhangen met de 40 ton die voor haver en rogge wordt gegeven.

Het ligt meer voor de hand aan te nemen, dat de zwakke opzet van het proefveld parten speelt. Doordat de objectstroken in enkelvoud liggen, kan een afwijkend gedrag van één strook reeds een „interactie” doen ontstaan. Vermoedelijk is dit met object IX het geval.

Behoudens de genoemde afwijking geven de berekende interacties in de overige gevallen aanleiding te stellen, dat er in het algemeen geen sprake is van een positieve interactie tussen stalmest en groenbemesting. Het feit dat in al deze gevallen een negatief getal werd gevonden, zou eerder in de richting van een zwak negatieve interactie wijzen.

B ONDERLINGE VERGELIJKING VAN DE EFFECTEN VAN TOENEMENDE HOEVEELHEDEN STALMEST EN VAN AFOOGSTEN EN ONDERPLOEGEN VAN STOPPELGEWASSEN

In het voorgaande zijn de afzonderlijke effecten van verschillende hoeveelheden stalmest en van het afoogsten en onderploegen van de stoppelgewassen berekend. Voor stalmest konden de effecten worden nagegaan bij verschillende behandelingen van het stoppelgewas en voor groenbemesting bij verschillende hoeveelheden stalmest. Indien er geen duidelijke verschillen in effect onder de verschillende omstandigheden optraden [geen interactie tussen stalmest en groenbemesting], is het gemiddelde effect berekend. In de meeste gevallen traden geen duidelijke verschillen op, zodat er in het algemeen geen sprake is van een interactie tussen stalmest en groenbemesting. Er was hier echter één uitzondering, nl. de combinatie van 70 ton stalmest per 3 jaar en het afoogsten van de stoppelgewassen. Bij de berekening van de gemiddelde effecten van resp. 70 ton stalmest en van het afoogsten van de stoppelgewassen zijn de afwijkende effecten die hierdoor ontstonden, buiten de berekening gehouden.

1 MAXIMALE OPBRENGSTEN *a Stalmest*

De gegevens van tabel 6 zijn grafisch weergegeven in figuur 4. Hierbij kan het volgende worden opgemerkt:

- 1 Indien een vergelijking wordt gemaakt tussen de effecten van verschillende hoeveelheden stalmest per 3 jaar, moet worden bedacht, dat men niet alleen te doen heeft met een verschil in hoeveelheid stalmest, doch ook met een verschil in tijd van toediening. Men heeft hier dus geen zuivere stalmesttrappen.
- 2 Bij aardappelen is er een duidelijke verhoging van de gemiddelde maximale opbrengst door stalmest. De verhoging wordt groter naarmate de hoeveelheid stalmest per 3 jaar toeneemt en bereikt bij 110 ton een opbrengstverhoging van ruim 9%.

TABEL 6 Gemiddelde verhoging van de maximale opbrengst in procenten door verschillende hoeveelheden stalmest per 3 jaar

| tonnen stm/3 jaar | aard. | o.w.g. | zetm. | rogge- korrel | rogge- stro | haver- korrel | haver- stro | | | |
|-------------------|--|--------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|---------------|---|-----|
| 30 | aard. | 4,5 % | — 15 | — 0,4 % | 2,5 % | 2,8 % | 2,2 % | 2,0 % | potatoes | 30 |
| 70 | 30 aard. 20 rogge 20 haver | 6,6 % | — 14 | 1,9 % | 3,7 % | 4,1 % | 3,5 % | 5,2 % | potatoes 30 rye 20 oats 20 | 70 |
| 110 | 30 aard. 20 rogge 20 knollen 20 haver 20 snijrogge | 9,7 % | — 19 | 3,4 % | 5,4 % | 3,5 % | 2,6 % | 6,0 % | potatoes 30 rye 20 turnips 20 oats 20 fodder rye 20 | 110 |
| | | potat. | u.w. weight | starch | rye- grain | rye- straw | oats grain | oats straw | st. manure in tons per 3 years | |

TABLE 6 Average increase of the top yields by various quantities of stable manure per 3 years

De stalmest heeft daarentegen een verlagende invloed op het onderwatergewicht. Deze invloed wordt slechts weinig sterker bij toenemende hoeveelheden stalmest. Bij 30 ton stalmest heeft men te doen met de directe werking van de stalmest. Van de 70 en 110 ton wordt in beide gevallen 30 ton direct voor aardappelen gegeven, terwijl resp. 40 en 80 ton slechts als nawerking hun invloed kunnen doen gelden. De verlaging van het

FIG. 4 PO 168 - 1941-1956. Gemiddelde verhoging van de top-opbrengst in procenten door verschillende hoeveelheden stalmest per 3 jaar

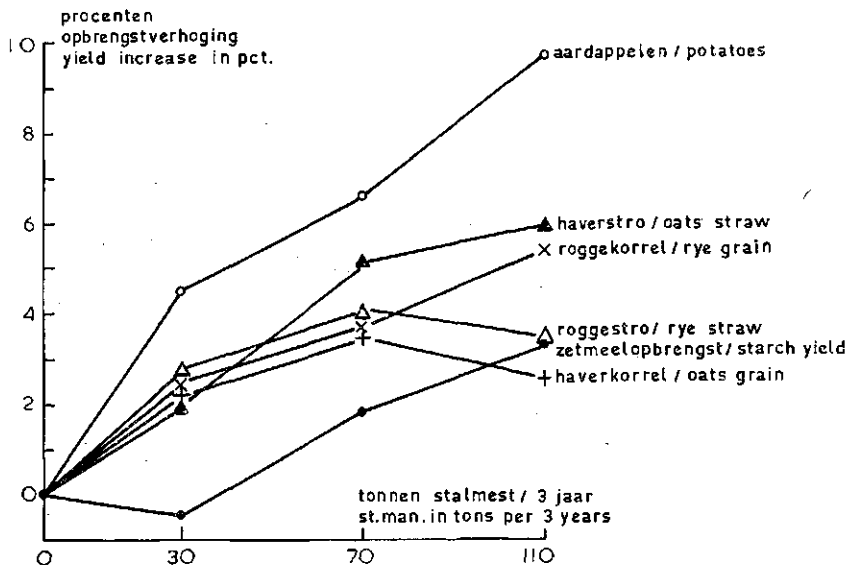


FIG. 4 Average increase of the top yields by various quantities of stable manure per 3 years

onderwatergewicht wordt blijkbaar in hoofdzaak veroorzaakt door de stalmest die direct voor aardappelen wordt gegeven.

Door de nadelige invloed van stalmest op het onderwatergewicht komt de gunstige invloed op de knolopbrengsten bij 30 ton niet in de zetmeelopbrengst tot uiting. Bij 70 en 110 ton wordt nog een verhoging van de zetmeelopbrengst verkregen van 2 à 3%.

3 Ook bij de rogge heeft stalmest de maximale opbrengsten verhoogd. Er is zowel bij de korrel als bij het stro tot 70 ton een toeneming tot $\pm 4\%$. Bij 110 ton is de verhoging bij de korrel nog iets groter en bij het stro iets kleiner. Gemiddeld is er geen duidelijke toeneming meer bij 110 ton ten opzichte van 70 ton stalmest per 3 jaar.

4 De maximale opbrengsten van haverkorrel en -stro worden eveneens door stalmest gunstig beïnvloed. Bij 170 en 110 ton is er echter een verschil in reactie tussen stro en korrel. Bij de stro-opbrengsten is de verhoging 5 à 6%, terwijl deze bij de korrel slechts $\pm 3\%$ bereikt. Dit verschijnsel is bij groenbemesting eveneens waar te nemen.

5 Geconcludeerd kan worden dat stalmest de maximale opbrengsten van aardappelknollen en van korrel en stro van rogge en haver heeft verhoogd. 30 ton stalmest in het voorjaar gaf bij de aardappelen geen verhoging van de zetmeelopbrengst.

6 Uitgedrukt in procenten opbrengstverhoging hebben aardappelknollen het sterkst op stalmest gereageerd. Men kan dus zeggen, dat aardappelen „dankbaarder” geweest zijn voor stalmest dan granen. Gaat men echter uit van de zetmeelopbrengsten, dan valt de vergelijking ten gunste van de granen uit.

Tussen rogge en haver zijn de verschillen niet groot. Het haverstro heeft bij 70 en 110 ton het sterkst gereageerd en de haverkorrel het zwakst. Het verschil in reactie tussen stro en korrel kan worden verklaard uit het verschil in gevoeligheid voor legering. In enkele haverjaren is op het gehele proefveld legering opgetreden. In 1954 is de invloed van de legering op de reactie van haverkorrel en -stro nader bestudeerd. Hierbij is komen vast te staan, dat met een verhoging van de maximale opbrengsten van het stro geen verhoging van die van de korrel gepaard ging, doordat dit door korrelverlies tengevolge van legering werd tegengegaan. De gemiddelde uitkomsten van rogge vertonen dit verschil in effect tussen korrel en stro niet. In 1956 is bij rogge ook sterke legering opgetreden, doch hierdoor zijn geen ernstige opbrengstdepressies bij de korrel ontstaan. De vraag rijst of het gevonden verschil tussen rogge en haver samenhangt met de aard van het gewas. Het is ook mogelijk, dat in de roggejaren door andere weersomstandigheden minder legering is opgetreden. Er staan niet voldoende gegevens ter beschikking om dit na te gaan, zodat niet de conclusie kan worden getrokken, dat de haver[korrel] gevoeliger is voor legering dan de rogge[korrel] en daardoor minder dankbaar zou zijn voor organische bemesting.

b Groenbemesting

De gegevens van de groenbemesting van tabel 7 zijn grafisch voorgesteld in figuur 5. Hierbij kan het volgende worden opgemerkt:

1 Verbouw en afoogsten van snijrogge voor aardappelen gaf een verhoging van de maximale opbrengst van 4% bij de knollen, gepaard met eenzelfde verhoging van de zetmeelopbrengst.

Onderploegen gaf een verhoging van ruim 8%. In tegenstelling met afoogsten trad

TABEL 7 Gemiddelde verhoging van de maximale opbrengst in procenten door snijrogge voor aardappelen en door stoppelknollen voor haver

| behandeling stoppelgewassen | aard. | o.w.g. | zetmeel- opbrengst | rogge- korrel | rogge- stro | haver- korrel | haver- stro | |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|
| afoogsten | 4,2 % | + 1 | 4,3 % | 1,2 % | — 0,7 % | 3,6 % | 6,2 % | <i>harvested</i> |
| onderploegen t.o.v. afoogsten | 3,7 % | — 11 | — 0,3 % | 1,2 % | 3,1 % | 0,4 % | 2,7 % | <i>ploughed in as compared to harvested</i> |
| onderploegen | 8,6 % <i>potat.</i> | — 8 <i>u.w. weight</i> | 6,0 % <i>starch yield</i> | 3,3 % <i>rye grain</i> | 3,2 % <i>rye straw</i> | 5,3 % <i>oats grain</i> | 12,9 % <i>oats straw</i> | <i>ploughed in treatment of sec. crop</i> |

TABLE 7 Average increase of the top yields by fodder rye before potatoes and turnips before oats

hier wel een verlaging van het onderwatergewicht op, zodat de opbrengstverhoging niet in een evenredige verhoging van de zetmeelopbrengst tot uiting kwam.

Men ziet, dat het effect van onderploegen van de groenbesteding op de knollen voor

FIG. 5 PO 168 — 1941—1956. Gemiddelde verhoging van de topopbrengsten in procenten door stoppelknollen voor haver en snijrogge voor aardappelen

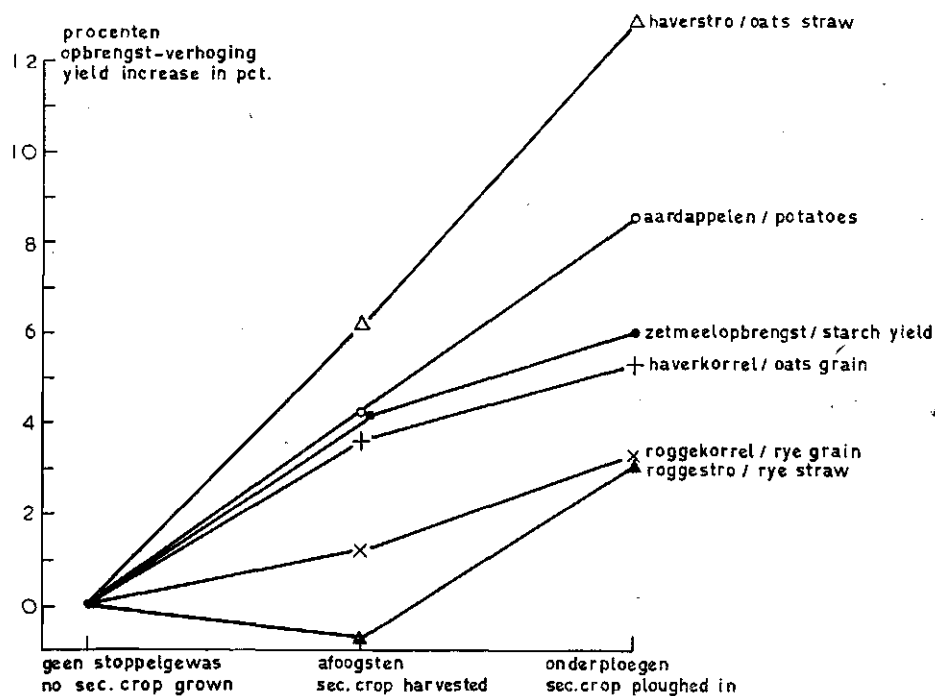


FIG. 5 Average increase of the top yields by turnips before oats and fodder rye before potatoes

ongeveer gelijke delen bestaat uit de invloed van het verbouwen en afoogsten en uit die van het extra onderploegen van de bovengrondse groene massa.

2 De nawerking van verbouwen en afoogsten van de stoppelgewassen had geen invloed op de korrel- en stro-opbrengsten van rogge. Die van onderploegen gaf echter zowel bij korrel als stro een verhoging van de maximale opbrengst van 3%.

3 Groenbemesting met stoppelknollen voor haver had een sterk effect op de maximale opbrengsten van stro. Verbouw en afoogsten gaf een effect van 6% en onderploegen van 12%. Ook hier ziet men, dat het effect van groenbemesting voor ongeveer gelijke delen bestaat uit dat van wortels plus stoppels en dat van de groene massa. In procenten uitgedrukt was de reactie van de korrel minder sterk, nl. 3,5% voor afoogsten en 5% voor onderploegen. Men ziet dus ook hier een verschil in reactie tussen korrel en stro. Bij stalmest is dit besproken.

2 STIKSTOFBEHOEFTE

a. Stalmest

Bij tabel 8 is het volgende op te merken:

1 Stalmest heeft de behoefte van de hoofdgewassen aan kunstmeststikstof duidelijk verlaagd.

2 Vergelijkt men de totale besparing aan stikstof bij 30, 70 en 110 ton stalmest per 3 jaar, dan ziet men dat deze stijgt met toenemende hoeveelheden stalmest. De totale besparing is echter niet recht evenredig met de totale hoeveelheden stalmest, in die zin dat het rendement van de stikstof uit stalmest afneemt bij stijgende hoeveelheden [de werkingscoëfficiënten nemen af]. Dit kan de volgende oorzaken hebben:

TABEL 8 Gemiddelde verlagende invloed van verschillende hoeveelheden stalmest per 3 jaar op de behoefte aan kunstmeststikstof van de hoofdgewassen in kg N/ha

| | tonnen stm/3 jaar | aard. | rogge | | | haver | | | to- taal | werkings- coëff. over 3 jaar | | |
|-----|----------------------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------------|------------------------------------|------------|------------------|
| | | | korrel | stro | gem. | korrel | stro | gem. | | | | |
| 30 | aard. | 46 | 10 | 7 | 8 | 9 | 2 | 5 | 59 | 40 % | potatoes | 30 |
| 70 | 30 aard. | 51 | 30 | 24 | 27 | 32 | 26 | 29 | 103 | 30 % | potatoes | 30 |
| | 20 rogge | | | | | | | | | | rye | 20 |
| | 20 haver | | | | | | | | | | oats | 20 |
| 110 | 30 aard. | 67 | 37 | 33 | 35 | 37 | 33 | 35 | 137 | 25 % | potatoes | 30 |
| | 20 rogge | | | | | | | | | | rye | 20 |
| | 20 knollen | | | | | | | | | | turnips | 20 |
| | 20 haver | | | | | | | | | | oats | 20 |
| | 20 snijr. | | | | | | | | | | fodder rye | 20 |
| | | | potat. | grain | straw | mean | grain | straw | mean | total | acting | stable manure in |
| | | | | rye | | | oats | | | quantity | percentage | tons per 3 years |
| | | | | | | | | | | over 3 years | | |

TABEL 8 Average reducing effect of various quantities of stable manure per 3 years on the need of mineral nitrogen of the main crops in kgs. of nitrogen per ha

a Men heeft niet alleen te doen met verschillen in hoeveelheid stalmest, maar ook met verschillen in tijdstip van toediening. Vergelijkt men bijv. 30 met 70 ton, dan wordt 30 ton alleen aan aardappelen gegeven, terwijl van de 70 ton 30 ton aan aardappelen, 20 ton aan rogge en 20 ton aan haver wordt toegediend. Bij deze 70 ton kan men berekenen, dat de werkingscoëfficiënt van 30 ton voor aardappelen 34% was, die van 20 ton voor rogge 27% en die van 20 ton voor haver 29%. Het rendement van stalmeststikstof was dus voor aardappelen wat groter dan voor rogge en haver. Het verschijnsel, dat aardappelen meer van de stikstof uit organische bemesting profiteren dan granen, is ook door GROOTENHUIS [1955] waargenomen. Dit zou het verschil in rendement kunnen verklaren, dat is gevonden tussen 30 en 70 ton stalmest per 3 jaar.

b Vergelijkt men 110 met 30 ton, dan ziet men, dat van de 110 ton 70 ton aan de hoofdgewassen wordt gegeven. Voor deze 70 ton geldt het verschijnsel, dat hierboven werd genoemd. Bovendien wordt 2 keer 20 ton aan de stoppelgewassen gegeven. Uit een vergelijking van 30 ton stalmest voor aardappelen met 2×20 ton voor de stoppelgewassen blijkt, dat de stikstofbesparing bij de hoofdgewassen in het eerste geval belangrijk groter is [resp. 59 en 32 kg N/ha]. Voor een juiste vergelijking van de totale stikstofbesparingen zouden ook de effecten op de stoppelgewassen in rekening moeten worden gebracht. Deze zijn echter niet bekend. Het ligt voor de hand te denken, dat het verschil in hoofdzaak is ontstaan, doordat de stikstof uit stalmest, die aan de stoppelgewassen is gegeven, voor een deel reeds direct aan de stoppelgewassen ten goede komt.

Het verschil in rendement van stalmeststikstof, gevonden bij vergelijking van 110 en 30 ton, kan dus zijn veroorzaakt, doordat voor aardappelen het rendement hoger is dan voor rogge en haver, of doordat de stikstof uit stalmest, die aan de stoppelgewassen is gegeven, deels aan de stoppelgewassen en deels aan de hoofdgewassen ten goede komt.

c 30 ton stalmest voor aardappelen gaf gemiddeld over 4 jaren een werkingscoëfficiënt bij de knollen van 30%. Het is bekend, dat de werkingscoëfficiënt van stalmest in verschillende jaren sterk kan verschillen. Op dit proefveld is de werking echter vrij constant geweest. In de verschillende jaren was de werkingscoëfficiënt achtereenvolgens 27%, 35%, 27% en 31%.

Samen met de nawerking achtereenvolgens op rogge en haver bedraagt de werkingscoëfficiënt 40%. DE LA LANDE CREMER [1953] komt na bewerking der gegevens uit de Nederlandse literatuur voor 20-40 ton stalmest, in het voorjaar gegeven op zandgrond, tot gemiddeld 30-40% met een nawerking van 10-20%. Het te Heino gevonden cijfer stemt dus overeen met de benedengrens van deze cijfers.

d In het voorgaande is de totale stikstofbesparing bij aardappelen, rogge en haver gemiddeld over een periode van 15 jaar gegeven. De volgende cijfers geven de stikstofbesparingen van vier achtereenvolgende vruchtopvolgingsperioden bij 30, 70 en 110 ton stalmest per 3 jaar.

| ton stm per 3 jaar | 1945 t/m 1947 | 1948 t/m 1950 | 1951 t/m 1953 | 1954 t/m 1956 |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 30 | 60 | 71 | 54 | 60 |
| 70 | 89 | 112 | 90 | 135 |
| 110 | 110 | 131 | 125 | 184 |

De periode 1942 t/m 1944 ontbreekt, omdat het aardappeljaar 1943 niet in de bewerking is opgenomen. Men ziet in deze cijfers, dat bij 30 ton de stikstofbesparing in de loop van de tijd niet is toegenomen. Bij 70 en 110 ton is er een stijgende tendens in de stikstofbesparingen.

Het is de vraag of dit toenemende verschil in stikstofbesparing ontstaat, doordat op de objecten zonder stalmest de stikstofbehoefte in de loop van de tijd groter wordt of doordat op de objecten met veel stalmest de stikstofbehoefte kleiner wordt. Het is ook mogelijk, dat beide verschijnselen tegelijkertijd optreden. Om dit na te gaan zijn de hoeveelheden stikstof berekend, die in totaal nodig waren voor de optimale groei van de hoofdgewassen gedurende de periode 1945 t/m 1950 en de daaropvolgende periode 1951 t/m 1956. Voor de granen is het gemiddelde genomen van korrel en stro. De totale hoeveelheden zijn berekend bij 0 [objecten VI en X], 30 [VII en VIII], 70 [IX en II] en 110 [I] ton stalmest per 3 jaar. De volgende cijfers geven het resultaat.

| tonnen stm per 3 jaar | 1945 t/m 1950 | 1951 t/m 1956 | verschil |
|--------------------------|---------------|---------------|----------|
| 0 | 717 | 653 | 63 |
| 30 | 585 | 535 | 50 |
| 70 | 502 | 426 | 76 |
| 110 | 448 | 322 | 126 |

Men ziet hieruit, dat op alle objecten de stikstofbehoefte in de tweede periode lager is geweest. Ook op het object zonder stalmest was de stikstofbehoefte lager, zodat er geen sprake is van een toenemende behoefte op dit object. Bij 30 ton stm per 3 jaar is de verlaging niet sterker, doch dit is bij 70 en 110 ton wel het geval. Uit deze cijfers is te concluderen, dat het toenemende stikstofeffect¹ van de objecten met veel stalmest gepaard gaat met een afnemende behoefte aan kunstmeststikstof op de objecten met veel stalmest en niet met een toenemende behoefte op die zonder stalmest. Er vindt blijkbaar bij toediening van 70 en 110 ton stalmest per 3 jaar een ophoping van stalmeststikstof plaats. Met de bovengenoemde cijfers kan men berekenen, dat deze ophoping bij een intensiteit van 30 ton per 3 jaar nihil is. Bij 70 ton per 3 jaar, gegeven gedurende 6 jaar, bedraagt deze $76 - 63 = 13 \text{ kg N}$ [= $0,09 \text{ kg N}$ per ton stalmest] en bij 110 ton per 3 jaar, gegeven gedurende 6 jaar, $126 - 63 = 63 \text{ kg N}$ [= $0,28 \text{ kg N}$ per ton stalmest]. Men ziet hieruit, dat de ophoping toeneemt, naarmate de intensiteit van de stalmestbemesting groter wordt.

¹ Wanneer in deze publikatie wordt gesproken over stikstofeffect van organische bemesting, dan moet hieronder worden verstaan de hoeveelheid N/ha waarmee de optimale N-gift door organische bemesting wordt verlaagd.

b Groenbemesting

Bij de gegevens in tabel 9 is het volgende op te merken:

1 Het verbouwen en afoogsten van de niet-vlinderbloemige stoppelgewassen snijrogge en stoppelknollen hebben de stikstofbehoefte van de hoofdgewassen enigszins [± 10 kg N/ha per gewas] verlaagd.

2 Het grootste effect op de stikstofbehoefte is afkomstig van het onderploegen van de groene massa. Men ziet, dat snijrogge de stikstofbehoefte van aardappelen gemiddeld heeft verlaagd met 37 kg N/ha. Het onderploegen van stoppelknollen gaf bij haver gemiddeld een verlaging van de stikstofbehoefte van 38 kg N/ha. De indirecte werking van beide groenbemestingen gaf bij de rogge een stikstofbesparing van 16 kg N/ha.

3 Zoals in het voorgaande reeds is opgemerkt, is aan de stoppelgewassen stikstof gegeven. En bezien over de vruchtopvolgingsperiode is er op de objecten met groenbemesting meer stikstof gebruikt dan op die zonder groenbemesting. Gemiddeld is aan snijrogge in de 5 jaren waarin in dit gewas voorkwam, 74 kg N/ha gegeven. Voor de stoppelknollen was dit gemiddeld 50 kg N/ha. Gedurende een vruchtopvolgingsperiode van 3 jaar werd dus aan de objecten met groenbemesting in totaal 124 kg N/ha extra aan de stoppelgewassen gegeven. Door onderploegen van de groenbemesting werd in totaal een besparing bij de hoofdgewassen verkregen van 91 kg N/ha. Men ziet dus, dat 73% van de stikstof die aan de stoppelgewassen is gegeven, via de groenbemesting bij de hoofdgewassen tot werking is gekomen. Dit bedrag geldt voor de gehele vruchtopvolgingsperiode van 3 jaar.

Bekijkt men het directe effect van de stoppelgewassen apart, dan blijkt, dat er in dit opzicht verschil is tussen snijrogge voor aardappelen en stoppelknollen voor haver. Van de 74 kg N/ha op snijrogge kwam bij aardappelen gemiddeld 37 kg N/ha of 50% tot werking. Van de 50 kg N/ha aan stoppelknollen kwam bij haver gemiddeld 38 kg N/ha of 76% tot werking. Bezien uit een oogpunt van stikstofrendement is de combinatie stoppelknollen-haver dus wat voordeliger geweest dan snijrogge-aardappelen. Beschouwt men het nawerkingseffect op rogge als een nawerking van de snijrogge voor aardappelen, dan wordt het rendement van de stikstof aan de snijrogge 71% en dus vrijwel gelijk aan het rendement van de stikstof aan de stoppelknollen.

TABEL 9 Gemiddelde verlagende invloed van snijrogge voor aardappelen en van stoppelknollen voor haver op de behoefte aan kunstmeststikstof van de hoofdgewassen in kg N/ha

| behandeling stoppelgewassen | aard. | rogge | | | haver | | | totaal | |
|--------------------------------|----------|--------|-------|------|--------|-------|------|----------|--------------------------------------|
| | | korrel | stro | gem. | korrel | stro | gem. | | |
| afoogsten | 8 | 8 | 6 | 7 | 14 | 8 | 11 | 26 | harvested |
| onderploegen | | | | | | | | | |
| t.o.v. afoogsten | 36 | 10 | 8 | 9 | 28 | 22 | 25 | 70 | ploughed in as compared to harvested |
| onderploegen | 37 | 21 | 12 | 16 | 42 | 34 | 38 | 91 | ploughed in |
| | | | | | | | | | |
| | potatoes | grain | straw | mean | grain | straw | mean | total | treatment of sec. crop |
| | | | rye | | | oats | | quantitv | |

TABLE 9 Average reducing effect of fodder rye before potatoes and turnips before oats on the need of mineral nitrogen of the main crops in kg of nitrogen per ha.

4 In de afzonderlijke jaren zijn er vrij grote verschillen in stikstofeffect opgetreden. Zo lopen de effecten van snijrogge voor aardappelen uiteen van 18 tot 64 kg N/ha en van stoppelknollen voor haver van 31 tot 53 kg N/ha. Deze grote verschillen maken het moeilijk een advies te geven over de stikstofbemesting van het hoofdgewas na groenbemesting. De hoeveelheid groene massa die wordt ondergeploegd, en de weersomstandigheden tijdens het groeiseizoen van het hoofdgewas zullen van invloed zijn op het stikstofeffect. Daar de opbrengsten van de stoppelgewassen niet zijn bepaald, is niet na te gaan of er een verband is tussen de hoeveelheid groene massa en het stikstofeffect. De stikstofgiften die aan de stoppelgewassen zijn gegeven, zijn wel bekend. In de verschillende jaren is niet altijd evenveel stikstof gegeven. De cijfers geven de indruk, dat het stikstofeffect van de groenbemesters groter is, naarmate de stikstofbemesting hoger is geweest. Aan de stoppelknollen werden in de verschillende jaren de volgende N-giften gegeven: 40, 30, 40, 60 en 80 kg N/ha. De stikstofeffecten bij haver waren achtereenvolgens: 34, 31, 27, 42 en 53 kg N/ha. Aan snijrogge werd gegeven 60, 90, 80 en 100 kg N/ha en de corresponderende stikstofeffecten bij aardappelen zijn 18, 33, 34 en 64 kg N/ha. In beide gevallen traden de grootste effecten op bij de hoogste stikstofgiften aan het stoppelgewas.

V INVLOED VAN STALMEST EN GROENBEMESTING OP VERSCHILLENDE BODEMVRUCHTBAARHEIDSFACTOREN

In de jaren 1943, '49, '50, '51, '53 en '56 werd grondonderzoek verricht, waarbij werden bepaald: humusgehalten, pH-KCl, P-citr., K-getal en MgO-gehalte. In het vervolg zullen het verloop van deze cijfers en de invloed van stalmest en groenbemesting daarop worden nagegaan.

Hierbij wordt opgemerkt dat bij de fosfaat- en kalibemesting steeds compensatiegiften werden gegeven voor de hoeveelheden P_2O_5 en K_2O , die in de vorm van stalmest werden toegediend, terwijl ook aanvullingen werden gegeven voor het afoogsten van de stoppelgewassen, teneinde P-citr. en K-getal zoveel mogelijk gelijk te houden. Hierdoor is de invloed van stalmest en groenbemesting niet zuiver na te gaan, doch er kan alleen globaal beoordeeld worden of de toegepaste compensaties juist zijn geweest. Voor pH-KCl en MgO-gehalte geldt, dat gedurende de eerste 10 jaren geen bekalking en magnesiumbemesting werden toegepast, zodat de invloed van de organische bemesting op deze grootheden beter kan worden nagegaan.

A HUMUSGEHALTE

Op 21-8-1956 werd van alle objecten het humusgehalte bepaald. Uit tabel 10 ziet men, dat bij de drie verschillende behandelingen het humusgehalte hoger is, naarmate meer stalmest per 3 jaar wordt gegeven. Tevens zijn bij gelijke hoeveelheden stalmest de humusgehalten bij afoogsten hoger dan zonder teelt van een stoppelgewas. Dit geldt eveneens voor onderploegen, doch de humusgehalten zijn in dit geval niet hoger dan

TABEL 10 Humusgehalten in 1956

| tonnen stn. per 3 jaar | geen stoppelgewas | | afoogsten | | onderploegen * | |
|----------------------------|---------------------------|----------------|----------------------------|----------------|------------------------------|----------------|
| | obj. | humus % | obj. | humus % | obj. | humus % |
| 0 | X | 5,3 | VI | 5,4 | V | 5,5 |
| 30 | VIII | 5,4 | VII | 5,6 | | |
| 40 | | | III | 5,7 | IV | 5,7 |
| 70 | IX | 5,6 | II | 5,8 | | |
| 110 | | | I | 6,0 | | |
| <i>stable manure</i> | <i>treatm.</i> | <i>humus %</i> | <i>treatm.</i> | <i>humus %</i> | <i>treatm.</i> | <i>humus %</i> |
| <i>in tons per 3 years</i> | <i>no sec. crop grown</i> | | <i>sec. crop harvested</i> | | <i>sec. crop ploughed in</i> | |

TABLE 10 Humus contents in 1956

bij afoogsten. Men mag de gevonden verschillen echter nog niet toeschrijven aan stalmest en groenbemesting, alvorens er zeker van te zijn, dat de humusgehalten bij de aanvang van de proef gelijk waren. Bij het begin van de proef zijn de humusgehalten niet bepaald, zodat de veranderingen op de verschillende objecten niet met zekerheid kunnen worden vastgesteld. Er zijn sterke aanwijzingen, dat de uitgangstoestand op de verschillende objecten niet gelijk is geweest. In 1951 werden nl. de objectstroken per stikstofveldje bemonsterd [10 monsters per strook] en hieruit is gebleken, dat het proefveld in de lengterichting van de objectstroken niet geheel gelijkmatig was. Dit wettigde het vermoeden, dat ook in de richting dwars op de objectstroken humusverschillen zouden voorkomen. In 1956 werden daarom buiten het proefveld aan de beide uiteinden van iedere objectstrook bemonsteringen uitgevoerd. Indien er geen oorspronkelijke verschillen in humusgehalte in de richting dwars op de objectstroken zouden zijn, dan zou dit bij deze controlemonsters moeten blijken. Het resultaat was als volgt:

| object | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| controlemonsters westzijde | 5,2 | 5,2 | 5,4 | 5,3 | 5,3 | 5,4 | 5,3 | 5,3 | 5,4 | 5,2 |
| „ oostzijde | 5,6 | 5,7 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,2 | 5,5 | 5,1 | 5,2 | 5,2 |
| Gemiddeld | 5,40 | 5,45 | 5,45 | 5,40 | 5,40 | 5,30 | 5,40 | 5,20 | 5,30 | 5,20 |

De humusverschillen langs de westzijde van het proefveld zijn klein en vertonen geen geleidelijk verloop. Langs de oostzijde is het verschil tussen het hoogste en laagste getal 0,6 eenheden, terwijl de gehalten afnemen in de richting van object I naar X. Daar men hier te doen heeft met een vergelijking van veldjes, die op gelijke wijze van organische stof voorzien zijn, moet men aannemen, dat dit verschillen zijn die reeds lang bestaan hebben. Middelt men de humusgehalten van de beide uiteinden van iedere objectstrook en vergelijkt men de cijfers van de verschillende objecten, dan vindt men een afneming van de humusgehalten van object I naar X. Het grootste verschil bedraagt 0,25 eenheden. De verschillen t.o.v. object X zijn achtereenvolgens: I 0,20, II 0,25, III 0,25, IV 0,20, V 0,20, VI 0,10, VII 0,20, VIII 0,0 en IX 0,10. Neemt men aan, dat het gemiddelde van de beide uiteinden van een object bepalend is voor de strook ertussen, dan vormen de gevonden verschillen de oorspronkelijke aanwezige verschillen op het proefveld. Corrigeert men hiermede de humusgehalten van 1956, dan moeten de dan nog aanwezige verschillen veroorzaakt zijn door de organische bemesting. De gecorrigeerde humusgehalten van 1956 zijn vermeld in tabel 11 en grafisch weergegeven in figuur 6.

De verschillen, bij de ongecorrigeerde cijfers gevonden tussen afoogsten en onderploegen enerzijds en geen stoppelgewas anderzijds zijn na de correctie verdwenen. Dit doet vermoeden, dat het afoogsten en ook het onderploegen van de stoppelgewassen geen invloed heeft gehad op het humusgehalte.

Men vindt echter bij alle drie behandelingen met het stoppelgewas een geringe, doch zeer duidelijke toeneming van het humusgehalte bij stijgende hoeveelheden stalmest per 3 jaar. In fig. 6 is dit verband weergegeven door een rechte lijn, die voor 110 ton stalmest per 3 jaar een verschil aangeeft van 0,43 eenheden in humusgehalte t.o.v. geen stalmest.

TABEL 11 Gecorrigeerde humusgehalten in 1956

| tonnen stm per 3 jaar | geen stoppelgewas | | afoogsten | | onderploegen | |
|--|---------------------------|----------------|----------------------------|----------------|------------------------------|----------------|
| | obj. | humus % | obj. | humus % | obj. | humus % |
| 0 | X | 5,3 | VI | 5,3 | V | 5,3 |
| 30 | VIII | 5,4 | VII | 5,4 | | |
| 40 | | | III | 5,45 | IV | 5,5 |
| 70 | IX | 5,5 | II | 5,55 | | |
| 110 | | | I | 5,8 | | |
| <i>stable manure</i> <i>in tons per 3 years</i> | <i>treatm.</i> | <i>humus %</i> | <i>treatm.</i> | <i>humus %</i> | <i>treatm.</i> | <i>humus %</i> |
| | <i>no sec. crop grown</i> | | <i>sec. crop harvested</i> | | <i>sec. crop ploughed in</i> | |

TABLE 11 Corrected humus contents in 1956

Hierna rijst direct de vraag op welke wijze het humusgehalte in de loop van de tijd op de verschillende objecten is veranderd. Het is mogelijk, dat het gevonden verschil is ontstaan, doordat de stalmest een verhoging heeft gegeven, doch het kan ook zijn dat op de objecten zonder stalmest een daling heeft plaats gevonden. Verder zijn alle variaties hiertussen mogelijk.

In fig. 7 is het verloop van de humusgehalten met de tijd gegeven bij verschillende hoeveelheden stalmest. Voor alle jaren, waarvan de humusgehalten bekend waren, is op de cijfers de correctie voor het oorspronkelijke verschil toegepast. De humusgehalten waren bekend van 1943, 1949, 1950, 1951, 1953 en 1956. Uit de cijfers bleek, dat het humusniveau van het gehele proefveld in bepaalde jaren hoger lag dan in andere.

FIG. 6 PO 168 - 1941-1956. Verband tussen de stalmestbemesting en de gecorrigeerde humusgehalten in 1956

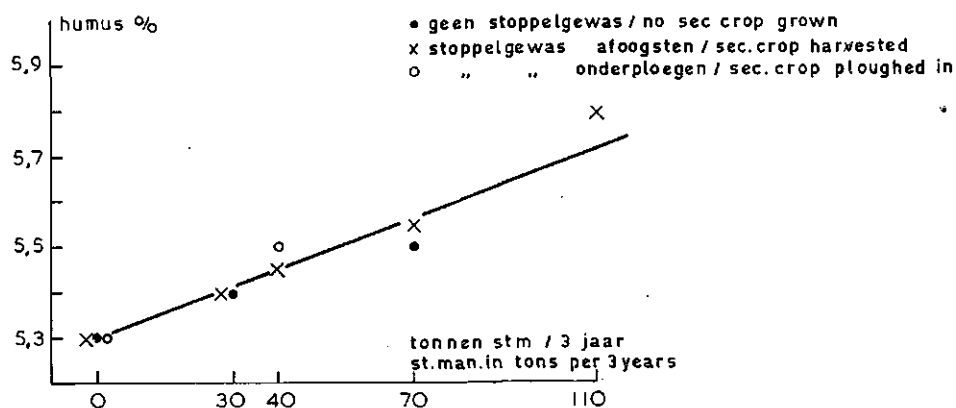


FIG. 6 Relation between stable manuring and corrected humus contents in 1956

FIG. 7 Verloop van de gecorrigeerde humusgehalten

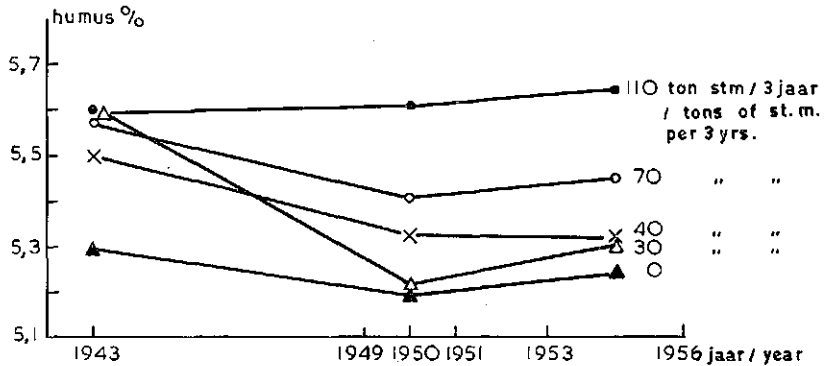


FIG. 7 Course of the corrected humus contents

Door het optreden van deze „jaarschommelingen” was het moeilijk een oordeel te geven over een daling of stijging. Om deze schommelingen enigszins op te vangen zijn de cijfers van 1949, 1950 en 1951 gemiddeld, evenals die van 1953 en 1956. Voor de beginperiode kon dit niet worden gedaan omdat alleen de cijfers van 1943 bekend waren. Het niveau van de beginperiode zal daarom minder vast staan.

In fig. 7 ziet men, dat bij 0, 30, 40 en 70 ton stalmest per 3 jaar een daling van het humusgehalte is opgetreden en dat bij 110 ton het humusgehalte vrijwel op hetzelfde peil is gebleven. Met uitzondering van het object 0 stalmest kan men zeggen, dat de daling groter is naarmate minder stalmest wordt gegeven. De daling bij 0 stalmest was niet zo groot omdat dit object in 1943 reeds op een lager peil lag. Het lage gehalte van het object zonder stalmest is bevreemdend. Hoewel men in 1943 te doen heeft met de cijfers van 1 jaar en deze daardoor minder vast staan, is de grote afwijking van 0 stalmest t.o.v. de andere objecten opvallend. Indien men veronderstelt dat dit een reëel verschil is, moet men aannemen dat dit verschil in 3 jaar tijds ontstaan is. Dit is gezien het verloop van de humusgehalten in de latere jaren onwaarschijnlijk. Een verklaring van dit verschil zou kunnen liggen in een verschil in voorgeschiedenis van de verschillende objecten. Daarom is nagegaan wat op deze grond is gebeurd voordat het proefveld in 1940 werd aangelegd. Hierbij bleek dat het proefveld niet is aangelegd op grond die steeds uniform was behandeld, doch dat van 1930 tot 1939 op een gedeelte van het perceel een proefveld gelegen heeft. Sinds 1930 was dit een grondbewerkingsproefveld met 8 stroken in de richting noord-zuid, terwijl in 1935 dwars hierop 9 stroken met verschillen in stalmest- en groenbemesting werden aangelegd. Deze stroken met organische bemesting liepen dus in dezelfde richting als de huidige objectstroken. Nadat uit het archief van de proefboerberij alle gegevens van dit oude proefveld waren verzameld, kon de ligging worden gereconstrueerd, zodat kon worden vastgesteld op welke wijze het nieuwe proefveld op het oude aansluit. Fig. 8 geeft een tekening van de ligging van beide proefvelden. Hieruit blijkt, dat de objectstroken van het oude proefveld PO6 5,25 m breed waren, terwijl de huidige stroken 7 m breed

FIG. 8 Situatieschets PO 6 [1930-1939], PO 168 [1940-1956]

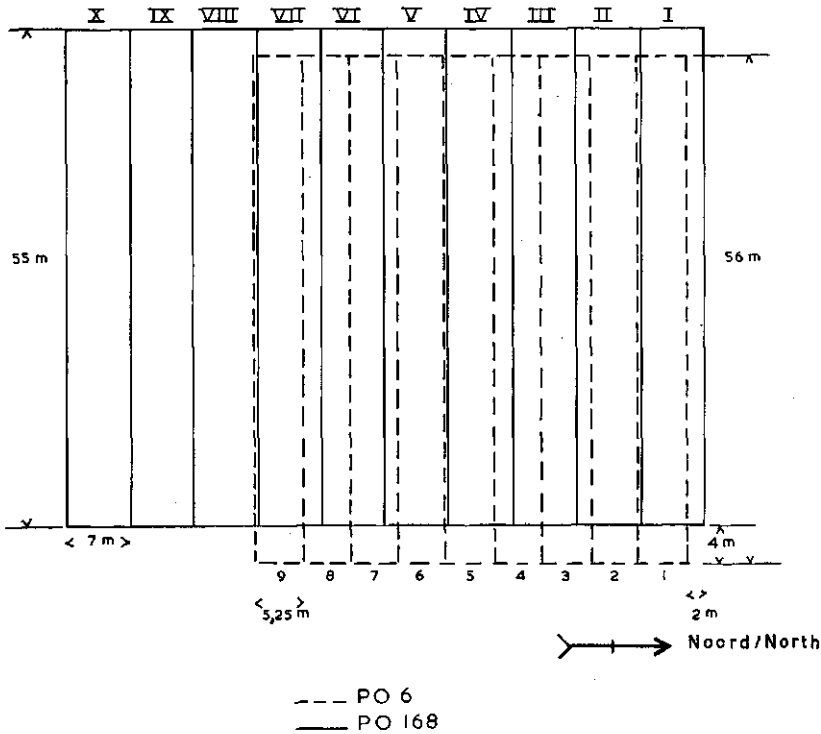


FIG. 8 Situation plan PO 6 [1930-1939], PO 168 [1940-1956]

zijn. Hierdoor overlappen de stroken elkaar. Ook in de lengterichting vallen zij niet geheel samen. De stroken van PO 6 begonnen 4 m westelijker en waren 1 m langer dan die van PO 168. Men ziet echter uit de tekening, dat de totale oppervlakte van PO 6 voor het grootste deel samenvalt met de totale oppervlakte van de objecten I t/m VII van PO 168. Daar reeds in 1932 en 1934 humusgehalten werden bepaald op PO 6, kan men met behulp daarvan het humusverloop van 1932 t/m 1956 bij benadering weergeven. De humusgehalten van PO 6 werden bepaald in 8 monsters, afkomstig van 8 stroken van 7 m breed, die in de richting noord-zuid liepen [de grondbewerkingsstroken]. Het gemiddelde van deze 8 getallen geeft dus het gemiddelde van PO 6. In figuur 9 worden deze vergeleken met de gemiddelde humusgehalten van de objecten I t/m VII van PO 168. Men ziet hieruit, dat het humusniveau in 1932 duidelijk hoger lag. Reeds werd in het voorgaande een daling van het gemiddelde humusgehalte op PO 168 gedurende de periode 1943-1950 geconstateerd. Deze daling is blijkbaar reeds veel langer aan de gang. Men kan berekenen, dat gemiddeld op deze grond gedurende de periode 1935 t/m 1956 bemest is naar 9,5 ton stalmest/ha per jaar. Hierbij is het humusgehalte met 0,35 eenheden gedaald, nl. van 5,9 tot 5,55%.

FIG. 9 Verloop van het gemiddelde humusgehalte op PO 6 [1932-1934], daarna op PO 168

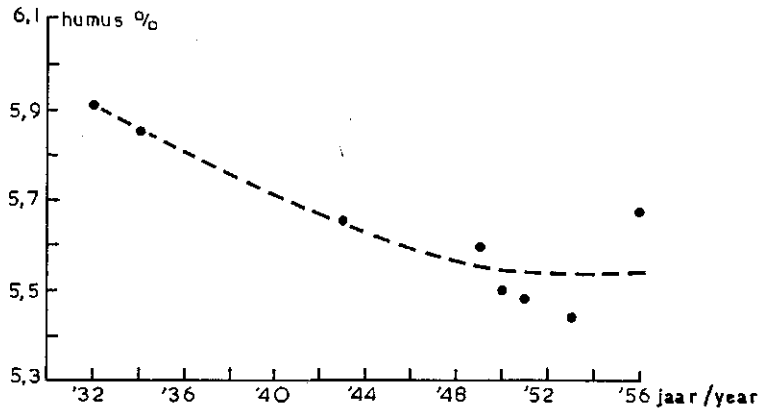


FIG. 9 Course of the average humus content on PO 6 [1932-1934] and afterwards on PO 168

Deze intensiteit van bemesting met stalmest was blijkbaar niet voldoende om het oorspronkelijke humusgehalte op peil te houden. Dit is mogelijk als volgt te verklaren. Men heeft hier te doen met een typische oude bouwlandgrond. Het profiel bestaat uit een zwarte humushoudende laag van ± 1 m, die rust op het oorspronkelijke heideprofiel. De dikke zwarte laag is ontstaan door een eeuwenlange bemesting met plaggenmest. Deze werd gemaakt in de schaapskooien en de potstallen door heideplag als strooisel te gebruiken. Plaggenmest vormde gedurende eeuwen de enige bemesting. Na de komst van de kunstmest is deze bemestingswijze verdwenen. De intensiteit van de stalmestbemesting nam af, terwijl ook de samenstelling van de stalmest veranderde, doordat niet langer heideplag als strooisel werd gebruikt. De stalmest bevatte daardoor later een geringer gehalte aan moeilijk aantastbaar materiaal. Het is daarom niet onmogelijk, dat op deze gronden na de verandering in bemestingswijze een langzame daling van het humusgehalte is gaan optreden. Het is ons niet bekend in welke tijd de verandering in bemestingswijze op dit perceel tot stand is gekomen. Neemt men aan, dat dit evenals op vele zandgronden omstreeks 1910-1920 is gebeurd, dan vindt men door extrapolatie van de lijn in fig. 9, dat het humusgehalte na het verdwijnen van de plaggenmest in de loop van 40 jaar met ongeveer 1 eenheid is gedaald. Dit is uiteraard een ruwe benadering.

Uit het voorgaande is te zien, dat stalmest de humusgehalten heeft beïnvloed. Van de eerste zeven objecten van PO 168 is berekend hoeveel stalmest elk object heeft ontvangen sinds 1935. Daar de objectstroken van PO 6 en PO 168 elkaar overlappen, moesten de hoeveelheden van PO 6 voor de stroken van PO 168 worden omgerekend. Het verloop van de gecorrigeerde humusgehalten bij de daarbij behorende totale hoeveelheden stalmest wordt in figuur 10 weergegeven. Men moet hierbij bedenken, dat de totale hoeveelheden niet regelmatig over de gehele periode zijn verdeeld, doch dat de intensiteit van 1935 tot 1940 iets anders was dan daarna. Niettemin komt uit de figuur duidelijk naar voren, dat de daling van het humusgehalte sterker is, naarmate de

FIG. 10 Verloop van de gecorrigeerde humusgehalten bij verschillende intensiteiten van stalmestbemesting

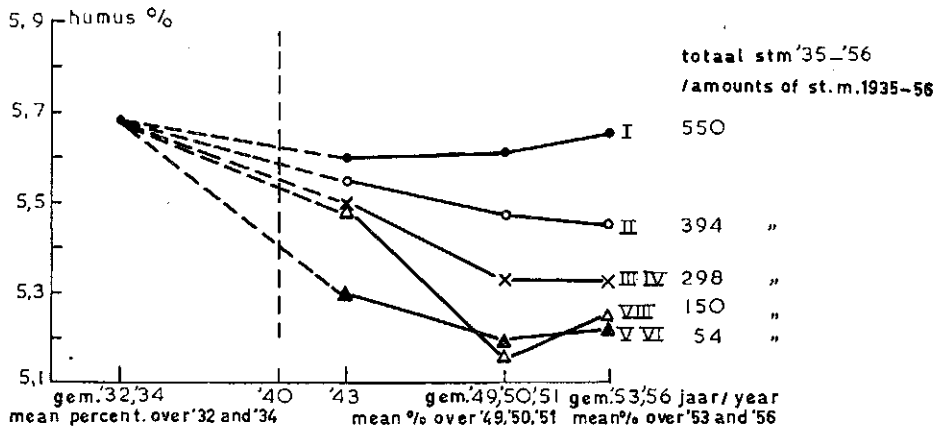


FIG. 10 Course of the corrected humus contents at various intensities of stable manuring

totale hoeveelheid stalmest geringer is. Bij een totale gift van 550 ton/ha [= 25 ton per jaar] is het humusgehalte vrijwel op hetzelfde peil gebleven, terwijl bij een totale gift van 54 ton/ha [= 2,5 ton per jaar] het humusgehalte met $\pm 0,45$ eenheden is gedaald. De lijnen geven verder de indruk, dat de daling aanvankelijk sneller is dan in de latere jaren. Zo blijkt, dat de humusgehalten in de periode 1953-1956 gemiddeld iets hoger liggen dan in 1949-1951, en men ziet, dat er in de onderlinge verhouding slechts weinig is veranderd. Dit zou erop kunnen wijzen, dat alle objecten naderen tot een evenwichtstoestand, waarbij toevoeging en afbraak van organische stof aan elkaar gelijk zijn. Het is nl. niet waarschijnlijk, dat een daling of een stijging steeds door zal gaan. MEYER [1941] spreekt in zijn publikatie over het humusgehalte van de grond het vermoeden uit, dat er na verloop van tijd een evenwichtstoestand ontstaat, waarbij geen verdere daling of stijging meer optreedt. Hij kreeg de indruk, dat bij een bepaalde voorziening met organische stof een bepaald humusgehalte behoort, dat zich jarenlang kan handhaven. Het evenwicht stelt zich hoger in, naarmate de organische-stofvoorziening ruimer is. KORTLEVEN [1954] heeft het ontstaan van deze evenwichten globaal beschreven en er een voorbeeld van gegeven, terwijl hij later het verloop van de humusgehalten onder invloed van de toevoer van organische stof nader heeft geformuleerd [1959].

Middelt men de humusgehalten per object over de jaren 1949, 1950, 1951, 1953 en 1956, dan vindt men in figuur 11 een rechtlijnig verband met de jaarlijkse stalmesttoevoer, dat ontstaan is na ongeveer 15 jaar. Uit dit verband blijkt, dat het humusgehalte bij een jaarlijkse bemesting van 25 ton stalmest per ha $\pm 0,5$ eenheden hoger ligt dan zonder stalmestbemesting. Men kan hieruit berekenen, dat 24,5% van de organische stof, die in de vorm van stalmest is gegeven, heeft bijgedragen tot het ontstaan van dit verschil in humusgehalte. Dit werd als volgt berekend. Het volumegewicht van deze

FIG. 11 Verband tussen humusgehalte en intensiteit van de stalmestbemesting [gedurende 15 jaar]

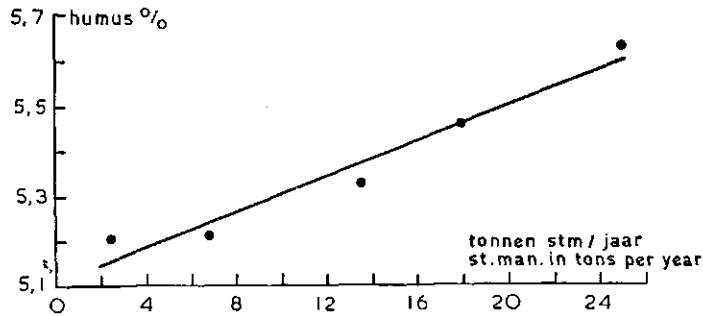


FIG. 11 Relation between the humus content and the intensity of stable manuring [during 15 years]

grond bedraagt 1,29 kg/dm³. Een bouwvoor van 20 cm weegt dus 2 580 000 kg; 0,5% humus is dus 13 000 kg. Gedurende 15 jaar is in totaal 375 000 kg stalmest gegeven. Bij een organische-stofgehalte van 14% is dit 52 500 kg organische stof. Van deze hoeveelheid is thans nog 25% als verschil in de bouwvoor aanwezig.

Men kan de invloed van stalmest op het humusgehalte van deze grond als volgt samenvatten. Gedurende ongeveer 15 jaar is er een verschil in humusgehalte ontstaan, dat $\pm 0,5$ eenheden bedraagt bij een stalmestbemesting van 25 ton per jaar t.o.v. uitsluitend kunstmest. Bij 25 ton per jaar is het humusgehalte vrijwel op hetzelfde peil gebleven, terwijl bij lagere giften het gehalte is gedaald. Vermoed wordt, dat de gemiddelde daling van het humusgehalte reeds begonnen is, toen geen potstalmest met heideplag meer werd gebruikt. Er kon worden berekend, dat $\pm 25\%$ van de organische stof, die in de vorm van stalmest werd gegeven, heeft bijgedragen tot het ontstaan van het verschil in humusgehalte.

Dat stalmest de humusgehalten kan beïnvloeden en dat een daling van het humusgehalte bij weinig of geen stalmest op deze gronden kan plaats vinden, blijkt uit het volgende. In de genoemde publikatie van MEYER wordt het verloop van de humusgehalten van een aantal veeljarige proeven beschreven.

Van vijf daarin vermelde proefvelden zijn de humusgehalten gemiddeld van de kunstmestobjecten enerzijds en van de objecten met uitsluitend stalmest anderzijds en het verloop gedurende een aantal jaren vergeleken. De keuze van de vijf proefvelden werd bepaald door de volgende overwegingen. Het zijn proefvelden op oud zandbouwland evenals de proef in Heino en van alle waren de humusgehalten van 1923 en van 1925 t/m 1929 beschikbaar, waardoor het mogelijk was om te middelen. Het betreft de proefvelden NGe 2, BAUMANN, Sonsbeek; NGe 7, BESSELINK, Harfsen; NGe 7, VAN TIL, Hummelo; NGe 13, AALBERS, Varsseveld en NGe 15, GROOT GRAFFEL, Warnsveld.

In figuur 12a is het verloop der humusgehalten weergegeven bij de objecten met uit-

FIG. 12a Verloop van de gemiddelde humusgehalten van vijf proefvelden

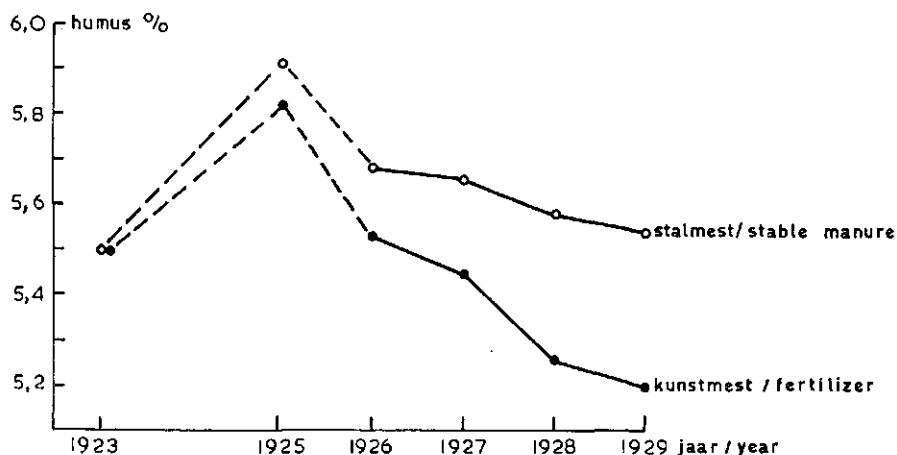


FIG. 12a Course of the average humus contents of 5 experimental fields

sluitend kunstmest en met uitsluitend stalmest. In 1923 waren de humusgehalten op beide objecten gelijk. In de latere jaren liggen de gehalten op het stalmestobject steeds hoger dan op het kunstmestobject. Het verschil neemt rechtlijnig toe in de loop van de tijd. Dit wordt gedemonstreerd door fig. 12b. Verder ziet men in fig. 12a dat op beide objecten het humusgehalte in 1925 hoger ligt dan in 1923. Het is gebleken, dat op vrijwel alle proefvelden, die MEYER bespreekt, het humusgehalte in 1925 uitsteekt boven alle andere jaren. Men heeft hier dus te doen met een duidelijke afwijking, die met dit jaar samenhangt en er is geen sprake van een reële stijging van het humusgehalte t.o.v. 1923. Laat men het jaar 1925 buiten beschouwing, dan ziet men, dat het verschil ontstaat, doordat op het kunstmestobject enige daling van het humusgehalte optreedt, terwijl op het stalmestobject het gehalte iets is gestegen. Gemiddeld is op deze proefvelden na 6 jaar een verschil ontstaan van 0,34 eenheden. De hoeveelheden

FIG. 12b Verloop van de humusverschillen

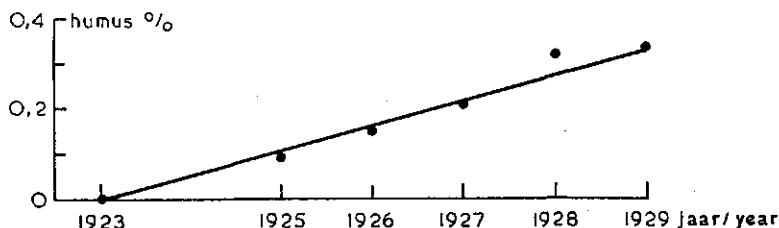


FIG. 12b Course of the differences in humus content

toegediende stalmest zijn helaas niet bekend, doch men mag aannemen, dat er flinke hoeveelheden zijn gegeven. Bij deze oudere proeven, waar uitsluitend stalmest met uitsluitend kunstmest werd vergeleken, was het gebruikelijk 40 à 50 ton stalmest per jaar te geven. De hoeveelheid stalmest zal dus een intensiteit van 25 ton per jaar, zoals op object I van PO 168, nog overtreffen.

De overeenstemming met het gevondene op PO 168 is goed. Op PO 168 ontstond gedurende 15 jaar een verschil van $\pm 0,50$ eenheden tussen 25 ton stalmest per jaar en uitsluitend kunstmest. Hier vinden we in 6 jaar een verschil van 0,34 eenheden tussen intensief stalmest en kunstmest. In beide gevallen wijzen de cijfers erop, dat bij intensieve stalmestbemesting de humusgehalten op peil blijven of iets stijgen, terwijl op de kunstmestobjecten een daling is opgetreden.

B pH-KCl

Van het proefveld zijn per object de pH-KCl-cijfers bekend in 1943, 1950, 1951, 1953 en 1956. In de herfst van 1952 werd op het gehele proefveld voor het eerst een bekalking uitgevoerd. Op de verschillende objecten werden toen verschillende hoeveelheden kalk gegeven om de pH op alle objecten gelijk te maken. De cijfers van 1953 en 1956 kunnen daarom geen inlichtingen verschaffen over de invloed van organische bemesting op de pH.

De gemiddelde pH-KCl-cijfers van het gehele proefveld waren in 1943, 1950 en 1951 achtereenvolgens 4,25, 4,03 en 4,28. In 1950 lag de pH $\pm 0,2$ eenheden lager dan in 1943 en in 1951 was de pH vrijwel gelijk aan die in 1943. De pH-KCl is dus gemiddeld nagenoeg niet veranderd gedurende een achtjarige periode zonder bekalking. Van het begin af is de fosfaatbemesting in de vorm van thomasmeel gegeven, met uitzondering van 1 jaar, waarin de aardappelen superfosfaat kregen. De regelmatige bemesting met thomasmeel is blijkbaar in staat geweest de pH op hetzelfde peil te houden. Uit onderzoek van VAN DER PAAUW [1948] is gebleken, dat bij hoge bemestingen met thomasmeel de pH kan stijgen.

Om na te gaan of er een invloed is van groenbemesting en stalmest, worden in tabel 12 een aantal vergelijkingen gemaakt.

Bij de vergelijking tussen afoogsten van de stoppelgewassen en geen stoppelgewassen ziet men, dat het verschil dat in 1943 bestond, in 1950 en 1951 iets groter is, met dien verstande dat pH-KCl zonder stoppelgewas vrijwel gelijk is gebleven en bij afoogsten iets is toegenomen.

Daar de verschillen zeer klein zijn, mag men slechts van een tendens spreken. Men ziet, dat bij afoogsten de bemesting met thomasmeel door de compensatie wat hoger is geweest. Het iets gunstiger verloop bij afoogsten zal waarschijnlijk daaraan moeten worden toegeschreven en niet aan een invloed van het stoppelgewas op zichzelf.

Dezelfde tendens neemt men waar bij vergelijking van onderploegen met afoogsten. Ook hier neemt het verschil iets toe ten gunste van afoogsten. Bij onderploegen is de pH gelijk gebleven. Het verschil kan ook hier samenhangen met het verschil in bemesting met thomasmeel. Het gaat hier echter om uiterst kleine verschillen en dit

TABEL 12 Verloop van de pH-KCl bij verschillende behandelingen met het stoppelgewas en bij verschillende hoeveelheden stalmeest

| vergelijking | objecten | 1943 | 1950 | 1951 | totaal stm vanaf 1941 tonnen/ha | totaal zuurbindende best.dln. als thomasmeeel kg/ha | |
|--|------------------------------|------------------------|------------------------|--|--|---|---|
| stoppelgew. af oogsten geen stoppelgewas verschil | VI, VII, II X, VIII, IX | 4,27 4,25 0,02 | 4,28 4,17 0,11 | 4,36 4,28 0,08 | 112 112 | 831 642 | sec. crop harvested no sec. crop grown difference |
| stoppelgew. onderpl. stoppelgew. af oogsten verschil | IV, V III, VI | 4,23 4,24 — 0,01 | 4,20 4,25 — 0,05 | 4,23 4,30 — 0,07 | 72 72 | 759 970 | sec. crop ploughed in sec. crop harvested difference |
| stoppelgew. onderpl. geen stoppelgewas verschil | V X | 4,25 4,17 0,08 | 4,15 4,10 0,05 | 4,20 4,18 0,02 | 0 0 | 988 988 | sec. crop ploughed in no sec. crop grown difference |
| 70 ton stm/3 jaar 30 ton stm/3 jaar geen stalmeest verschil 70 ton en geen stalmeest verschil 30 ton en geen stalmeest | II, IX VII, VIII VI, X | 4,27 4,31 4,19 | 4,25 4,27 4,15 | 4,33 4,35 4,22 | 245 90 0 | 286 831 988 | 70 tons o. st. man./3 yrs. 30 tons o. st. man./3 yrs. no st. manure difference 70 tons — no st. m. difference 30 tons — no st. m. |
| treatment | 1943 | 1950 | 1951 | total amount of st. manure from 1941 | total neutralizing value in basic slag (calc. as CaO) kgs./ha. | comparisons | |

TABEL 12 Course of pH-KCl at various treatments with secondary crops and at various quantities of stable manure

zelfde geldt voor de vergelijking stoppelgewas onderploegen t.o.v. geen stoppelgewas. Hier is een zeer geringe tendens, dat het verschil dat aanwezig was ten gunste van onderploegen, kleiner wordt. De verandering bedraagt echter nog geen tiende eenheid zodat hieraan geen betekenis mag worden gehecht.

De conclusie luidt, dat bij regelmatige bemesting met thomasmeel zowel met als zonder groenbemesting pH-KCl op hetzelfde peil is gebleven. Er is geen reden te veronderstellen, dat groenbemesting een verhogende invloed heeft gehad.

Bij stalmest ziet men, dat het verschil tussen 70 ton stalmest per 3 jaar en geen stalmest gedurende de periode 1943-1951 vrijwel gelijk gebleven is. Dit geldt eveneens voor de vergelijking 30 ton per 3 jaar met geen stalmest. Op al deze objecten is pH-KCl op hetzelfde peil gebleven. Bij een totale bemesting van 1941 af van 245 ton stalmest en 286 kg z.b.b. als thomasmeel is pH even goed op peil gebleven als bij bemesting zonder stalmest en 988 kg z.b.b. als thomasmeel.

Er is dus geen sprake geweest van een verzurende werking van stalmest, zoals dikwijls wordt aangenomen. Een totale stalmestbemesting van 245 ton gedurende 10 jaar is integendeel in zijn invloed op de pH gelijkwaardig aan een totale bemesting van 702 kg z.b.b. als thomasmeel ($\pm 23,5$ baal thomasmeel).

C P-CITROENZUUR

De gemiddelde P-citr-cijfers van het gehele proefveld waren in de loop der jaren als volgt:

| jaar | 1943 | 1949 | 1950 | 1951 | 1953 | 1956 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|
| gem. P-citr | 50,2 | 51,5 | 52,8 | 52,8 | 48,3 | 53,8 |

Men ziet dat gemiddeld het P-citr-cijfer vrijwel op hetzelfde peil is gebleven. Als norm voor de basisbemesting werd gebruikt 60 kg P_2O_5 /ha voor granen en 75 kg P_2O_5 /ha voor aardappelen. Op de stalmestobjecten werd de bemesting met kunstmest verminderd, omdat rekening werd gehouden met de P_2O_5 in de stalmest, terwijl extra P_2O_5 werd gegeven voor het afoogsten van de stoppelgewassen.

In 1943 varieerden de P-citr-cijfers op de verschillende objecten van 43 tot 57 en in 1956 waren de uitersten 47 en 58. Het proefveld is dus aangelegd op grond met vrij grote verschillen in P-citr, hetgeen duidelijker werd, toen bleek dat op een gedeelte van de grond reeds een proef had gelegen. Gedurende de gehele proefperiode is de grote spreiding gehandhaafd gebleven. De laagste cijfers lagen echter steeds boven 40, terwijl elk jaar met fosfaat bemest is. Daarom is het niet te verwachten, dat de bestaande verschillen invloed hebben gehad op de groei der gewassen.

Om na te gaan welke invloed de teelt van stoppelgewassen en stalmest op het verloop van P-citr hebben gehad, worden in tabel 13 enkele vergelijkingen gemaakt.

Voor het afoogsten van de stoppelgewassen werd gemiddeld over de gehele proefperiode per stoppelgewas 21,5 kg P_2O_5 per ha extra gegeven. Deze compensatie is niet altijd even hoog geweest. Aanvankelijk was deze gemiddeld wat lager, terwijl na 1953 30 kg P_2O_5 /ha in rekening werd gebracht. In de tabel ziet men, dat het verschil tussen de objecten waarop het stoppelgewas werd afoogst, en die waarop geen stop-

TABEL 13 Verloop van de P-citricijfers bij verschillende behandelingen met het stoppelgewas en bij verschillende hoeveelheden stal mest

| vergelijking | objecten | 1943 | 1949 | 1950 | 1951 | 1953 | 1956 | totaal stm tonnen/ha | totaal P ₂ O ₅ thomasmeeel kg/ha | |
|--|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|----------------------------|--|---|
| st.gew. afoogsten geen st.gewas verschil | VI, VII, II X VIII IX | 50,5 4,75 3,0 | 50,5 50,0 0,5 | 53,0 51,5 1,5 | 53,5 51,5 2,0 | 47,0 47,0 0,0 | 54,0 50,0 4,0 | 172 172 | 880 665 | sec. crop harvested no sec. crop grown difference |
| st.gew. onderpl. geen st.gewas verschil | V X | 47 43 | 49 49 | 49 48 | 51 49 | 48 45 | 58 49 | — — | 1050 1050 | sec. crop ploughed in no sec. crop grown difference |
| 70 ton stm/3 jaar 30 ton stm/3 jaar geen stm verschil 70 ton t.o.v. geen stm verschil 30 ton t.o.v. geen stm | II, IX VII, VIII VI, X | 53,5 49,5 44,5 | 55,0 48,0 48,0 | 56,0 52,5 47,5 | 56,0 52,0 49,5 | 52,0 45,5 44,0 | 57,0 51,0 48,0 | 365 150 0 | 345 805 1162 | 70 tons o. st. m./3 yrs. 30 tons o. st. man./3 yrs. no st. manure difference 70 tons - no st.m. difference 30 tons - no st. m. comparisons |
| treatment | 1943 | 1949 | 1950 | 1951 | 1953 | 1956 | total am. of of st. man. in tons/ha. total am. of P ₂ O ₅ as basic slag, kgs./ha. | | | |

TABEL 13 Course of the P-citric acid numbers at various treatments with secondary crops and at various quantities of stable manure

pelgewas werd verbouwd, van 1943 tot en met 1953 een zwakke tendens tot dalen vertoont, terwijl het verschil na 1953 groter is geworden. Dit zou er op kunnen wijzen, dat een compensatie van 15 kg P_2O_5 /ha te laag en van 30 kg P_2O_5 /ha ruim is. De verschillen zijn echter zeer klein. De conclusie is, dat 20 à 30 kg P_2O_5 /ha voldoende is geweest om de onttrekking door de afgeoogste stoppelgewassen aan te vullen. Daar de opbrengsten der stoppelgewassen niet bekend zijn, is dit niet verder kwantitatief te benaderen.

Bij onderploegen en zonder stoppelgewas is de fosfaatbemesting gelijk geweest. Het verschil van 4 eenheden dat in 1943 bestond, is in 1949 verdwenen en vertoont daarna weer een stijgende lijn tot 9 eenheden in 1956. De stijgende tendens sinds 1949 zou erop kunnen wijzen, dat het fosforzuur in de grond door verbouwen en onderploegen van stoppelgewassen beter wordt bewaard. Het verschil in 1943 past echter niet in deze lijn, terwijl ook het verschil in 1956 aan de hoge kant is, zodat de genoemde invloed van de stoppelgroenbemesting niet bewezen kan worden geacht. Wel kan men met zekerheid vaststellen, dat er geen nadelige invloed van de stoppelgroenbemesting op P-citr is geweest.

Gemiddeld over de gehele proefperiode is voor 1000 kg stalmest 2,25 kg P_2O_5 in rekening gebracht. Tabel 13 laat zien, dat zowel bij 70 ton als bij 30 ton stalmest per 3 jaar t.o.v. geen stalmest de oorspronkelijke verschillen vrijwel constant zijn gebleven. Hieruit volgt dat het verantwoord is geweest gedurende een periode van 16 jaar per ton stalmest 2,25 kg P_2O_5 in mindering te brengen op de kunstmestbemesting.

D KALIGETAL

De gemiddelde kaligetallen van het gehele proefveld waren in de loop van de jaren als volgt:

| jaar | 1943 | 1949 | 1950 | 1951 | 1953 | 1956 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|
| gem. kaligetal | 22,8 | 23,3 | 18,9 | 18,5 | 16,9 | 13,8 |

Uit deze cijfers blijkt dat in 1949 het gemiddelde kaligetal nog op hetzelfde peil ligt als in 1943, doch dat daarna een sterke daling is opgetreden; in 7 jaar bedraagt deze ± 10 eenheden. Gemiddeld is als basisbemesting gegeven 130 kg K_2O /ha voor rogge en voor haver en 220 kg K_2O /ha voor aardappelen. Daar deze giften gedurende de gehele periode vrij geregeld zijn gegeven, bevreemdt het, dat de kaligetallen na 1949 scherpe daling vertonen. De kalibemesting moet als ruim worden beschouwd en men zou hebben verwacht, dat deze hoeveelheden voldoende zouden zijn om het kaligetal op peil te houden. Blijkbaar heeft in deze periode een sterke uitspoeling plaatsgehad. In 1953 varieerden de kaligetallen van 18 tot 28 en in 1956 van 12 tot 16. Er was dus aanvankelijk een grote spreiding, die geleidelijk aan op een lager niveau kleiner is geworden.

Uit tabel 14 is na te gaan of groenbemesting en stalmest nog een bijzondere invloed op het verloop van de kaligetallen hebben gehad.

Voor het af oogsten van de stoppelgewassen werd gemiddeld over de gehele periode per stoppelgewas 56 kg K_2O /ha extra gegeven. In tabel 14 ziet men, dat zowel op de ob-

TABEL 14 Verloop van de kaligetallen bij verschillende behandelingen met het stoppelgewas en bij verschillende hoeveelheden stal mest

| Vergelijking | objecten | 1943 | 1949 | 1950 | 1951 | 1953 | 1956 | totaal stm tonnen/ha | totaal K ₂ O als K ₄ O of pk kg/ha | |
|--|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|---|--|---|
| st.gew. af oogsten geen st.gewas verschil | II, VI, VII VIII, IX, X | 27,0 21,0 6,0 | 24,5 24,5 0,0 | 17,5 21,0 -3,5 | 20,5 17,0 3,5 | 15,0 16,5 -1,5 | 14,5 14,5 0,0 | 170 170 | 2410 1850 | sec. crop harvested no sec. crop grown difference |
| st.gew. onderpl. geen st.gewas verschil | V X | 19,0 18,0 1,0 | 18,0 21,0 -3,0 | 16,0 21,0 -5,0 | 19,0 15,5 3,5 | 19,0 15,5 3,5 | 13,0 14,0 -1,0 | — — | 2550 2550 | sec. crop ploughed in no sec. crop grown difference |
| 70 ton stm/3 jaar 30 ton stm/3 jaar geen stm verschil 70 ton t.o.v. geen stm verschil 30 ton t.o.v. geen stm | II, IX VII, VIII VI, X | 26,0 23,0 23,0 3,0 | 22,0 28,5 23,0 -1,0 | 19,5 20,0 18,5 1,0 | 19,0 20,5 16,5 2,5 | 18,0 14,5 14,5 3,5 | 15,5 14,5 13,5 2,0 | 365 150 — | 1390 2200 2820 | 70 tons of st. man./3 yrs. 30 tons of st. man./3 yrs. no st. manure difference 70 tons - no st. m. difference 30 tons - no st. m. |
| treatment | 1943 | 1949 | 1950 | 1951 | 1953 | 1956 | total am. of st. man. in tons/ha. | total K ₂ O as muriate of potash 40% or sulfate of potash mag- nesia in kgs. per ha. | comparisons | |

TABLE 14 Course of the K-values at various treatments with secondary crops and at various quantities of stable manure

jecten met afgeoogste stoppelgewassen als op die zonder stoppelgewas de kaligetallen zijn gedaald. Beschouwt men alleen begin- en eindtoestand, dan ziet men, dat in 1943 het kaligetal op de objecten met stoppelteelt 6 eenheden hoger lag en dat het in 1956 gelijk was voor de objecten zonder stoppelgewas. Men zou hieruit kunnen afleiden dat het kaligetal op de objecten met stoppelgewassen sterker is gedaald en dat derhalve de aanvulling van 56 kg K_2O /ha per stoppelgewas onvoldoende is geweest. Men ziet echter, dat de kaligetallen in 1949 ook reeds gelijk waren en dat daarna geen duidelijke verschillen meer zijn opgetreden. De genoemde veronderstelling berust dus alleen op het verschil in 1943, doch vindt geen steun in het verloop der cijfers in de latere jaren. De cijfers verlopen enigszins grillig en geven niet voldoende informatie over de vraag of de toegepaste aanvulling te laag is geweest. Men kan wel zeggen, dat de extra gift van 56 kg K_2O /ha per stoppelgewas in elk geval niet te hoog is geweest.

Ook bij de vergelijking onderploegen t.o.v. geen stoppelgewas verlopen de cijfers wat onregelmatig. Aanvankelijk ziet men bij onderploegen een relatieve daling t.o.v. geen stoppelgewas, doch daarna weer een stijging. Hieruit is te concluderen dat groenbemesting de kaligetallen noch positief, noch negatief beïnvloed heeft.

Bij stalmest ziet men, dat het verschil tussen 70 ton per 3 jaar t.o.v. geen stalmest gedurende de gehele periode vrijwel constant is gebleven. Hetzelfde ziet men bij 30 ton, zij het ook met grotere schommelingen. Voor stalmest is 4 kg K_2O per ton in mindering gebracht op de kunstmestbemesting. Gezien het constant blijven van het verschil is 1000 kg stalmest in zijn invloed op het kaligetal zeker gelijkwaardig te stellen aan 4 kg K_2O in de vorm van kunstmest.

E MgO-GEHALTE

Van de 10 objecten zijn de MgO-cijfers bekend van 1943, 1949, 1950, 1951, 1953 en 1956. Voor de vaststelling van de invloed van stalmest en groenbemesting kan men echter alleen gebruik maken van de cijfers van 1943, 1949 en 1950, omdat na 1950 op de afzonderlijke objecten verschillende magnesiumbemestingen zijn gegeven, ten einde de magnesiumtoestand zo veel mogelijk gelijk te maken.

Van 1940 tot en met 1950 werd geen speciale magnesiumbemesting toegepast. Wel is wat magnesium gegeven, doordat in 1943 en 1946 de aardappelen met patentkali werden bemest, terwijl met uitzondering van 1946 de fosfaatbemesting is gegeven in de vorm van thomasmeel, dat ook enig magnesium bevat.

Het verloop van het gemiddelde MgO-gehalte van het gehele proefveld was als volgt:

| jaar | 1943 | 1949 | 1950 |
|-----------------------|------|------|------|
| gemiddeld MgO-gehalte | 43,9 | 47,0 | 35,4 |

Men ziet hieruit, dat het magnesiumpeil van het gehele proefveld in 1949 iets hoger lag dan in 1943, doch dat in 1950 een sterke daling met 11 eenheden is opgetreden. Men heeft hier hetzelfde verschijnsel als bij de kaligetallen. Ten opzichte van de andere jaren liggen de cijfers van 1949 voor beide gevallen hoog. Het jaar 1949 was zeer droog en het is de vraag of dit van invloed kan zijn geweest.

De magnesiumcijfers van de genoemde 3 jaren geven dus geen duidelijke daling of stijging te zien en het is dan ook niet mogelijk hierover een uitspraak te doen. Wel is

na te gaan of er onderlinge veranderingen optreden onder invloed van de objecten. Ten aanzien van de invloed der stoppelgewassen werd de indruk verkregen, dat er enige nadelige invloed is op het MgO-gehalte door afoogsten, terwijl onderploegen weinig verschil geeft t.o.v. het zwart houden van de stoppel.

Bij de stalmest komt een duidelijke invloed naar voren. Uit tabel 15 blijkt, dat bij 70 ton stalmest per 3 jaar het verschil, dat in 1943 reeds bestond t.o.v. geen stalmest, in 1949 en 1950 is toegenomen, terwijl bij 30 ton per 3 jaar het verschil iets kleiner is geworden.

De volgende tabel geeft het verband tussen de intensiteit van de stalmestbemesting en de MgO-gehalten, zowel voor 1943 als voor het gemiddelde van 1949 en 1950.

| tonnen stalmest per 3 jaar | 0 | 30 | 40 | 70 | 110 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|
| 1943 | 39,8 | 43,0 | 45,0 | 47,5 | 49,0 |
| gem. 1949-1950 | 26,8 | 35,0 | 45,5 | 51,7 | 67,0 |

De cijfers zijn grafisch voorgesteld in fig. 13. Uit het verloop van de lijnen ziet men, dat zonder stalmest en bij lage giften het MgO-gehalte is gedaald, terwijl het bij hogere stalmestgiften is gestegen. Het snijpunt vindt men bij ongeveer 50 ton per 3 jaar. Bij deze intensiteit van stalmestbemesting is dus het MgO-gehalte gelijk gebleven. Er moet echter op worden gewezen, dat dit punt niet met voldoende zekerheid is vastgesteld gezien de vrij grote jaarlijkse schommelingen in MgO-gehalte. Wel is de invloed van stalmest op het MgO-gehalte met zekerheid vast te stellen. Het verschil dat in 1943 reeds bestond onder invloed van stalmest, is in 1949-1950 belangrijk groter geworden. Uit de grafiek kan men aflezen, dat gedurende 6 jaar onder invloed van 110 ton stm per 3 jaar [dit is in totaal 220 ton] het verschil is toegenomen met 28 eenheden. Het blijkt dus, dat 220 ton stalmest gegeven in een periode van 6 jaar, een invloed op het MgO-gehalte heeft gehad overeenkomende met 28 eenheden.

Het MgO-gehalte van de stalmest is niet bekend. Gaat men er van uit dat dit 0,15% heeft bedragen, dan kan men berekenen, dat 22% van de gegeven MgO heeft bijgedragen tot het ontstaan van het verschil. Gaat men uit van een gehalte van 0,1%, dan vindt men 33%; bij een gehalte van 0,2% wordt het 16%.

TABEL 15 Verloop van de MgO-gehalten bij verschillende hoeveelheden stalmest

| vergelijking | objecten | 1943 | 1949 | 1950 | |
|---------------------------------|-----------|------|------|------|----------------------------------|
| 70 ton stm per 3 jaar | II, IX | 47,5 | 55,5 | 48,0 | 70 tons of st. man. 13 yrs. |
| 30 ton stm per 3 jaar | VII, VIII | 43,0 | 40,5 | 29,5 | 30 tons of st. man. 13 yrs. |
| geen stm | VI, X | 30,0 | 34,0 | 17,5 | no st. manure |
| verschil 70 ton t.o.v. geen stm | | 17,5 | 21,5 | 30,5 | difference 70 tons - no st. m. |
| verschil 30 ton t.o.v. geen stm | | 13,0 | 6,0 | 12,0 | difference 30 tons - no st. man. |
| | treatment | 1943 | 1949 | 1950 | comparisons |

TABLE 15 Course of the MgO-contents at various quantities of stable manure

FIG. 13 PO 168 - 1941-1956. Verband tussen stalmestbemesting en magnesiumgehalte van de grond

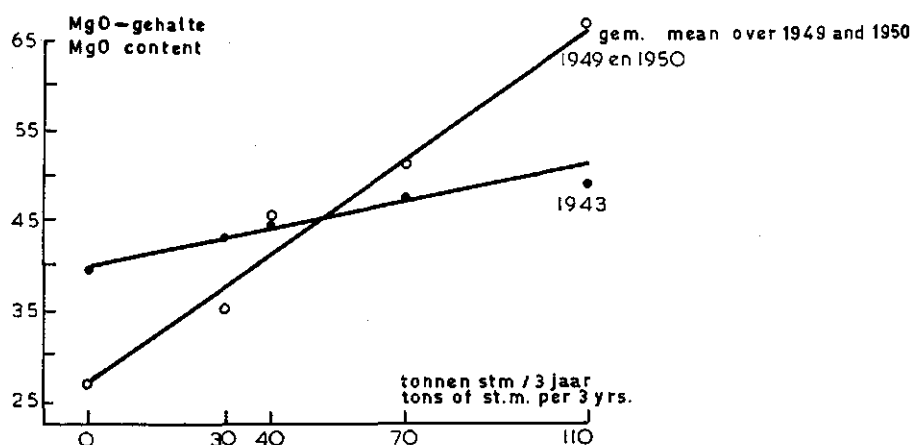


FIG. 13 Relation between stable manuring and MgO-content of the soil

Het verband tussen de intensiteit van stalmestbemesting en het MgO-gehalte blijkt goed overeen te komen met hetgeen door Ris [1957] gevonden werd op het proefveld Pr 929 te Geldrop, gelegen op een lichte zandgrond met 3,8% humus. Hier werden na acht jaar de volgende cijfers gevonden:

| | | | | |
|-----------------------------------|----|------|----|----|
| tonnen stalmest per ha per 3 jaar | 0 | 22.5 | 45 | 90 |
| MgO-gehalte | 19 | 28 | 30 | 39 |

Men ziet, dat hier na acht jaar door 90 ton stalmest per 3 jaar een verschil in MgO-

FIG. 14 Verband tussen stalmestbemesting en relatieve verhoging van het magnesiumgehalte bij twee proefvelden

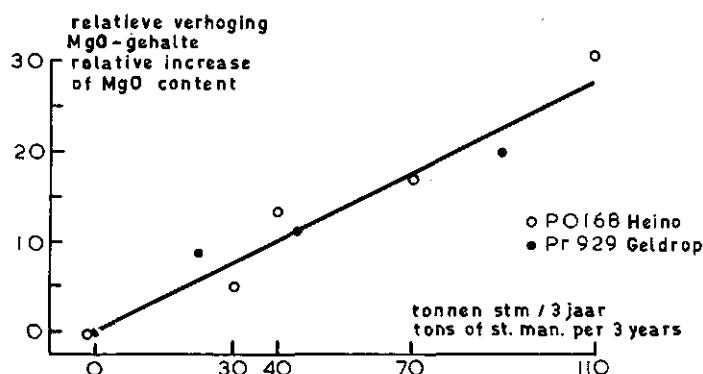


FIG. 14 Relation between stable manuring and the relative increase of MgO-content on 2 experimental fields

gehalte ontstaan is van 20 eenheden. Uit fig. 13 is af te lezen, dat op PO 168 bij een intensiteit van 90 ton per 3 jaar het verschil 23 eenheden is geworden. Het effect op PO 168 is dus iets groter, temeer omdat dit verschil ontstaan is in 6 jaar tijds, terwijl dat op Pr 929 ontstond in 8 jaar. Niettemin is er een goede overeenkomst, die ook blijkt uit fig. 14, waarin van beide proefvelden het verband tussen de intensiteit van stalmestbemesting en de relatieve verhoging van het MgO-gehalte tezamen is weergegeven.

VI WAARDE EN TOEPASSING VAN STALMEST EN GROENBEMESTING OP HUMUSRIJKE ZANDGROND

In het voorgaande is de invloed van stalmest en groenbemesting op de opbrengst van aardappelen, rogge en haver en op verschillende bodemvruchtbaarheidsfactoren systematisch nagegaan. Men kan zich afvragen op welke wijze de verkregen gegevens gebruikt kunnen worden om een antwoord te geven op vragen betreffende waarde en toepassing van organische bemesting op humusrijke zandgrond.

Voor het geven van advies omtrent de toepassing kan men niet volstaan met het vaststellen van de technische gegevens, doch men zal ook de verkregen uitkomsten economisch moeten beoordelen. Zo geven de opbrengstverhogingen en de besparingen aan kunstmest de gelegenheid te berekenen hoe groot onder bepaalde omstandigheden het financiële voordeel van stalmest en groenbemesting is geweest. Op grond van het berekende voordeel kan men beslissen onder welke omstandigheden toepassing van deze organische bemestingen wel of niet verantwoord is. De berekende waarden van de stalmest en de groenbemesting zijn uiteraard afhankelijk van de prijzen van de landbouwprodukten en de kunstmeststoffen. De proefveldgegevens veranderen echter niet en kunnen steeds opnieuw als basis voor de berekeningen dienen. In het volgende zal met behulp van de huidige prijzen worden gedemonstreerd hoe op dit proefveld door de keuze van de objecten en door de wijze van bewerking de verkregen basisgegevens kunnen worden gebruikt voor de beantwoording van verschillende praktische vragen.

A KAN MEN MET EEN COMBINATIE VAN ORGANISCHE BEMESTING EN KUNSTMEST EEN HOGER OPBRENGSTPEIL BEREIKEN DAN MET UITSLUITEND KUNSTMEST?

Hierbij gaat het om de vraag of organische mest speciale gunstige eigenschappen heeft, die leiden tot een bodemvruchtbaarheid die men niet met kunstmest alleen kan bereiken. Er is vastgesteld, dat stalmest de gemiddelde opbrengsten van de hoofdgewassen heeft verhoogd t.o.v. een optimale bemesting met stikstof, fosfaat en kali. De opbrengstverhogingen kunnen dus niet worden toegeschreven aan N-, P- of K-werking van de stalmest. Indien men er zeker van kon zijn, dat het kunstmestobject ook voldoende voorzien is geweest met de overige minerale voedingsstoffen [Mg, sporenelementen], dan zou dit een sterke aanwijzing zijn, dat de gevonden effecten berusten op een specifieke werking van de organische bemesting.

Op dit proefveld is echter niet de zekerheid verkregen, dat optimaal bemest is met kunstmest, want er zijn belangrijke verschillen in magnesiumvoorziening geweest onder invloed van de stalmestbemesting. Voor de stalmestobjecten is het daarom niet uitgesloten, dat de gevonden effecten geheel of gedeeltelijk aan de magnesiumwerking van stalmest moeten worden toegeschreven. Dat er in verschillende jaren een magnesiumeffect is geweest, is wel waarschijnlijk, daar het MgO-gehalte van de grond op het

kunstmestobject is gedaald tot 17 dpm een peil, waarbij zeker een magnesiumeffect kan optreden. Er is ook enkele keren magnesiumgebrek in het gewas waargenomen. Welk aandeel het magnesiumeffect in de opbrengstverhoging heeft gehad, is niet vast te stellen. Verder blijken onder invloed van stalmest ook verschillen in humusgehalte te zijn ontstaan. Dit is een verschil, dat specifiek is voor de organische bemesting en ook dit kan van invloed zijn geweest op de opbrengst. Men ziet dus, dat zowel specifieke als niet-specifieke eigenschappen van de stalmest de opbrengsten kunnen hebben beïnvloed. Een scheiding tussen deze invloeden is op dit proefveld nog niet verkregen. Bij de voortzetting van de proef zal hiernaar zo veel mogelijk gestreefd worden. In de laatste jaren is getracht de factor magnesium uit te schakelen, terwijl verder onderzoek wordt verricht om een inzicht te krijgen in de invloed van de organische bemesting op andere groeifactoren, zoals structuur en vochthuishouding. Voorts worden thans ook periodieke bemonsteringen uitgevoerd voor de bepaling van de mineralisatie van stikstof in de grond.

Ook het verbouwen en afoogsten en in sterkere mate het onderploegen van stoppelknollen en snijrogge hebben een opbrengstverhoging gegeven t.o.v. een optimale bemesting met N, P en K. Deze opbrengstverhoging kan niet worden toegeschreven aan een magnesiumeffect, want onder invloed van groenbemesting zijn geen verschillen ontstaan in de magnesiumtoestand van de grond. Ook heeft de groenbemesting geen invloed van betekenis gehad op de humusgehalten, zodat er andere oorzaken moeten zijn voor het effect. Hoewel deze oorzaken niet bekend zijn, zij in dit verband nog gewezen op een verschil in de mate van verslemping van de bovengrond onder invloed van de stoppelgewassenteelt. Bij rogge werden in 1953 en 1956 in het voorjaar cijfers gegeven voor de verslempingsverschijnselen. Beide keren werd waargenomen, dat op de objecten met stoppelgewassenteelt minder verslemping was opgetreden. De teelt van stoppelknollen voor haver en van snijrogge voor aardappelen heeft dus nog invloed op de verslemping van de bovengrond tijdens de winter waarin de rogge wordt geteeld. Op de objecten waarop de stoppelgewassen worden ondergeploegd, was het effect het grootst.

Samenvattend kan worden vastgesteld, dat het met een optimale bemesting met stikstof, fosfaat en kali niet mogelijk is gebleken eenzelfde opbrengstniveau te bereiken als enerzijds met stalmest + aanvullende N-, P- en K-bemesting en anderzijds met groenbemesting + aanvullende N-, P- en K-bemesting. De vraag of deze opbrengstverhogingen kunnen worden toegeschreven aan specifieke eigenschappen van de organische bemesting kan voor stalmest niet met zekerheid bevestigend worden beantwoord omdat niet bekend is in welke mate het magnesium uit de stalmest een rol heeft gespeeld. Wat de groenbemesting betreft, kan gezegd worden dat de verkregen effecten niet samenhangen met de N-, P-, K- en Mg-voorziening, zodat hier andere factoren, die mogelijk specifiek zijn voor de organische bemesting, een rol moeten hebben gespeeld.

B WAARDE VAN STALMEST EN DE FACTOREN DIE DAAROP VAN INVLOED ZIJN

Gaat men op dit proefveld de voordelen van 30 ton stalmest na als deze 1 keer per 3 jaar voor aardappelen gegeven wordt, dan heeft men enerzijds te maken met de bemestende waarde van N, P en K uit de stalmest, waardoor minder van deze voedings-elementen in de vorm van kunstmest kon worden gegeven, en anderzijds met de opbrengstverhogingen die dan nog werden verkregen en die moeten zijn veroorzaakt door de som van alle andere gunstige eigenschappen van de stalmest.

Wat de stikstofwerking betreft, blijkt 30 ton stalmest de stikstofbehoefte van aardappelen te verlagen met 46, die van rogge met 8 en die van haver met 5 kg stikstof. Dit is in totaal 59 kg stikstof. Per ton stalmest komt men aldus op een stikstofwaarde van rond 2 kg N [werking op aardappelen + nawerking op rogge en haver]. Stelt men de prijs van 1 kg stikstof op f 1,—, dan wordt dit f 2,— per ton stalmest.

Voor de kali uit stalmest is op dit proefveld gemiddeld over de gehele periode van 15 jaar per ton stalmest 4 kg K_2O in rekening gebracht. Uit het verloop van de kali-getallen is afgeleid, dat dit verantwoord is geweest. Hierbij wordt opgemerkt dat ook op grond van andere proeven de werking van kali uit stalmest even goed is als die uit kunstmest (FERWERDA, 1951]. Daar hier de K_2O -gehalten in de stalmest niet bekend waren, was het niet mogelijk de werkingscoëfficiënt van de stalmestkali vast te stellen. De mogelijkheid bestaat dat hier nog wat meer dan 4 kg K_2O per ton had kunnen worden bespaard. Dit had dan echter moeten blijken uit het verloop van de kali-getallen [een stijging van de stalmestobjecten t.o.v. het kunstmestobject]. De controle achteraf met behulp van de kali-getallen was echter niet voldoende nauwkeurig om vast te stellen, dat de kaliwaarde van de stalmest hoger was dan 4 kg K_2O per ton. Gaat men uit van 4 kg K_2O per ton en van een prijs van f 0,30 per kg K_2O , dan komt men tot een besparing van f 1,20 per ton stalmest t.o.v. het kunstmestobject.

Voor het fosfaat uit stalmest geldt, dat gemiddeld per ton 2,25 kg P_2O_5 in rekening is gebracht. Ook dit is gezien het verloop van de P-citr-cijfers verantwoord geweest. Bij een prijs van f 0,60 per kg P_2O_5 komt men tot een bedrag van f 1,35 per ton stalmest. Bij deze proef is dus in totaal aan N, P en K bespaard f 2,— + f 1,20 + f 1,35 = f 4,55 per ton stalmest.

Ondanks de lagere kunstmestbemesting werden op het stalmestobject hogere opbrengsten van aardappelen, rogge en haver verkregen. De opbrengstverhogingen zijn vermeld in tabel 16.

Gaat men uit van de volgende prijzen: aardappelen f 6,—, roggekorrel f 25,—, roggestro f 6,—, haverkorrel f 25,— en haverstro f 6,— per 100 kg, dan krijgt men in geld resp. de volgende opbrengstverhogingen per ha: aardappelen f 90,—, roggekorrel f 25,—, roggestro f 11,40, haverkorrel f 25,— en haverstro f 7,80. De totale opbrengstverhoging door 30 ton stalmest bedraagt dus f 159,20 of per ton stalmest f 5,30.

Het totale voordeel per ton stalmest was dus f 4,55 [besparing kunstmest] + f 5,30 [opbrengstverhoging gewassen] = f 9,85. Dit wil zeggen, dat degene die de stalmest zou moeten kopen en op dezelfde wijze zou handelen als op dit proefveld is geschied, minder dan f 9,85 per ton stalmest aan kosten zou mogen besteden om de stalmest met

TABEL 16 Opbrengstverhoging in kg/are door 30 ton stalmest + aanvullende N, P en K-bemesting t.o.v. een optimale N, P en K-bemesting

| | aardappelen | | rogge | | haver | | |
|--|--------------------|-----------------------|--------------|-------|---------------|-------|---|
| | knol- opbrengst | zetmeel- opbrengst | korrel | stro | korrel | stro | |
| 30 ton stalm. voor aard. + aanvulling N, P en K | 348,5 | 54,5 | 37,9 | 68,2 | 45,7 | 63,5 | 30 tons of stable manure for potatoes + additional N, P + K excl. N, P and K fertilizer yield increase |
| uitsluitend N, P en K | 333,5 | 54,25 | 36,9 | 66,3 | 44,7 | 62,2 | |
| opbrengstverhoging | 15,0 | — 0,25 | 1,0 | 1,9 | 1,0 | 1,3 | |
| | tubers potatoes | starch | grain rye | straw | grain oats | straw | |

TABLE 16 Increase of the yields in kg per are by 30.000 kg of stable manure + additional supply with N, P and K in comparison with an optimum supply with mineral N, P and K

voordeel te kunnen gebruiken. De belangrijkste kosten zijn de prijs [vrucht inbegrepen] + de kosten om de stalmest op het land te brengen en uit te strooien. Het bedrag dat hier berekend is, is afhankelijk van verschillende factoren en kan onder gewijzigde omstandigheden geheel anders uitvallen. Dit zal in de volgende punten worden toegelicht:

1 Bij de berekening zijn bepaalde prijzen voor de kunstmeststoffen en de landbouwprodukten aangenomen. Indien deze prijzen anders zijn, zal de geldswaarde van de stalmest uiteraard ook anders uitvallen. De betekenis van de berekening ligt dan ook hierin, dat een voorbeeld is gegeven van de wijze waarop de waarde van de stalmest kan worden benaderd. Het proefveld heeft de technische gegevens geleverd, waarop de berekening gebaseerd kan worden. De technische gegevens blijven gelden, terwijl de prijzen veranderen. De berekende waarde per ton stalmest is dus geen constant bedrag, doch dient bij veranderende prijzen opnieuw te worden berekend. Hierbij kunnen echter dezelfde technische basisgegevens gebruikt worden.

2 Uit het bovenstaande is gebleken, dat de waarde van stalmest groter is, naarmate de geldswaarde van de verkregen opbrengstvermeerdering hoger is. Bij de aardappelen is er een verschil in reactie tussen de knol- en de zetmeelopbrengst. Bij de berekening is ervan uitgegaan, dat de aardappelen worden verkocht voor een bepaalde prijs per 100 kg knollen [voeraardappelen of consumptie]. In dat geval wordt geprofiteerd van de verkregen opbrengstverhoging, hetgeen in de waarde van de stalmest tot uiting komt. Zijn de aardappelen echter bestemd voor de aardappelmeelfabriek, dan wordt uitbetaald per kg zetmeel en daar de stalmest geen verhoging van de zetmeelopbrengst heeft gegeven, is de waarde van de stalmest voor dat doel lager. Berekent men dit voor het proefveld, dan ziet men, dat het voordeel van f 90,—/ha bij de aardappelen wegvalt; de kosten die per ton stalmest mogen worden besteed, worden dan slechts f 4,55 [besparing kunstmest] + f 2,15 [opbrengstverhoging] = f 6,70.

Als de aardappelen op het eigen bedrijf als veevoer gebruikt worden, wordt de waarde eveneens voor een belangrijk deel bepaald door de zetmeelopbrengst en niet door de knolopbrengst, omdat het zetmeelgehalte voor een groot deel de voederwaarde uit-

maakt. Dit komt in het eigen bedrijf wel niet direct in een geldbedrag tot uiting, maar in dit geval is het verlagende effect van de stalmest op het zetmeelgehalte van even grote betekenis als bij levering aan de fabriek.

3 Een deel van het berekende bedrag berust op de waarde van de minerale bestanddelen in de stalmest, waardoor bespaard kan worden op de kunstmestrekening. Het spreekt vanzelf, dat deze besparing alleen ten volle bereikt wordt, als ook inderdaad bij de kunstmestbemesting met deze werking van de minerale bestanddelen rekening wordt gehouden. Indien men stalmest geeft en daarenboven een volledige kalibemesting in kunstmestvorm, die men ook zonder stalmest gegeven zou hebben, dan brengt men de kali uit de stalmest niet tot volle waarde.

Verder geldt, dat de minerale bestanddelen in stalmest alleen hun volle waarde hebben [gelijk aan de waarde van kunstmest] als er ook behoefte aan deze bestanddelen is. Zo zal bijv. op een rijke kleigrond, waar nooit met kunstmestkali behoefte te worden bemest, de waarde van de kali uit stalmest ook nihil zijn.

4 Op het proefveld was sprake van een zekere besparing aan N, P en K en daarenboven van een opbrengstverhoging, die niet door N, P en K uit stalmest kan zijn veroorzaakt, doch die een gevolg moet zijn van alle overige factoren [resteffect]. Voor de beoordeling van de waarde van de organische stof, die met de stalmest gegeven wordt, is het een belangrijke vraag, in hoeverre dit resteffect is veroorzaakt door factoren die specifiek zijn voor de organische mest. Het is nl. ook mogelijk, dat dit resteffect uitsluitend door magnesium of sporenelementen uit stalmest is teweeggebracht. Als dit het geval is, zou stalmest geen specifieke werking vertonen en geheel te vervangen zijn door een optimale kunstmestbemesting. Veronderstelt men eens dat het resteffect uitsluitend op magnesium berust en dat men op het kunstmestobject een juiste magnesiumbemesting had toegepast, dan zou er geen resteffect meer zijn opgetreden. In dat geval zou de waarde van de stalmest niet hoger zijn geweest dan de som van de waarde van de bestanddelen N, P, K en Mg. De waarde van de organische stof zou dan nihil geweest zijn. Dit zou dan per ton stalmest $f\ 4,55 [N, P \text{ en } K] + f\ 0,66 [0,2\% \text{ MgO} \text{ à } f\ 0,33 \text{ per kg}] = f\ 5,21$ hebben bedragen.

Anderzijds kan worden verondersteld, dat het resteffect niet door MgO of sporenelementen is veroorzaakt, doch uitsluitend door oorzaken, die samenhangen met het toedienen van organische stof. De waarde van de toegediende organische stof zou dan $f\ 5,30$ [opbrengstverhoging] bedragen. Dat is $f\ 0,03^5$ per kg organische stof [1000 kg stalmest met 15% organische stof].

Men ziet dus, dat de waarde, die aan de organische stof moet worden toegekend, slechts te berekenen is, indien men de opbrengstverhoging kent, die uitsluitend een gevolg is van het complex van factoren, dat samenhangt met de organische stof.

5 Op het proefveld is een combinatie van stalmest en kunstmest vergeleken met een optimale N-, P- en K-bemesting, waarbij een zeker resteffect werd verkregen. De mogelijkheid bestaat, dat het resteffect kleiner of nihil zou zijn geweest als ook de MgO-bemesting optimaal zou zijn geweest, met als gevolg een lagere waarde van de stalmest. Men berekent, echter op deze wijze een zekere minimumwaarde van de stalmest [$f\ 5,21$, zie boven], die in de praktijk niet dikwijls zal voorkomen, omdat daar over het geheel genomen de bemesting niet optimaal is. Het zal dikwijls voorkomen

dat niet alleen MgO doch ook N, P en K uit stalmest in de gelegenheid zijn een opbrengstverhoging te geven. In die gevallen kan de waarde van de stalmest vele malen het berekende minimum bedrag overtreffen. Afgezien van een eventuele specifieke werking kan dit worden toegeschreven aan het feit, dat stalmest diverse werkzame bestanddelen in zich verenigt en overal waar tekorten optreden, een effect kan geven. Dit zal van grotere betekenis zijn, naarmate de kennis en de uitvoering van de bemesting op een lager peil staan.

6 De berekende voordelen van de stalmest gelden voor een periode van 15 jaar. Het is niet uitgesloten, dat eventuele specifieke eigenschappen van de stalmest pas na veel langere tijd tot uiting komen, waardoor het verschil t.o.v. uitsluitend kunstmest groter zou worden. Voor het nemen van een beslissing of men gedurende lange tijd systematisch met of zonder stalmest zal boeren, zou men ook het zgn. lange-duureffect in rekening moeten brengen. Als het effect op de lange duur steeds groter zou worden, dan mag men voor het nemen van de beslissing niet uitgaan van het bedrag, dat berekend is over een periode van 15 jaar.

7 Verreweg de meeste stalmest wordt gebruikt op het bedrijf, waarop het geproduceerd is. Op deze bedrijven kan zich de vraag voordoen of het verantwoord is de stalmest te verkopen. Bij de beoordeling van deze vraag kan het berekende bedrag van f 9,85 per ton [dat onder andere omstandigheden anders zal uitvallen] als richtlijn dienen, waarbij geldt, dat de besparing aan toedieningskosten + de te ontvangen prijs in ieder geval dit bedrag moeten overtreffen. In overeenstemming met punt 6 zij hierbij opgemerkt, dat wanneer het gaat over een beslissing voor een lange termijn, het berekende bedrag niet behoeft te gelden, omdat eventuele grotere effecten op de lange duur hierin niet zijn opgenomen.

Indien er geen afzet is voor de stalmest [en dat is meestal het geval], zou de stalmentproducent de vraag kunnen stellen of hij de stalmest zal gebruiken of laten liggen. Aan dit laatste zou in dit geval pas gedacht behoeven te worden als de toedieningskosten hoger liggen dan f 9,85 per ton. Deze vergelijking kan van belang worden als de stalmest naar percelen moet worden gebracht, die op zeer grote afstand van de boerderij liggen.

Op de meeste gemengde bedrijven en weidebedrijven is er geen afzet voor de stalmest en gaat het ook niet om de vraag of de stalmest moet worden toegediend of niet. Men heeft een bepaalde hoeveelheid stalmest afhankelijk van de veebezetting, en de vragen die zich hierbij voordoen, hangen samen met de wijze, waarop de beschikbare stalmest het best kan worden bewaard en gebruikt. Op enkele vragen over de wijze van toediening zal nog worden teruggekomen.

C WAARDE VAN STOPPELGROENBEMESTING

Het verbouwen en onderploegen van de stoppelgewassen heeft een opbrengstverhoging gegeven t.o.v. het zwart houden van de stoppel. In geld uitgedrukt is de opbrengstverhoging door snijrogge voor aardappelen en door stoppelknollen voor haver bij de drie hoofdgewassen als volgt:

| | | | |
|-------------|------------|----------------|-----------|
| aardappelen | 2800 kg/ha | à f 6,—/100 kg | = f 168,— |
| roggekorrel | 120 „ „ „ | 25,—/100 kg | = „ 30,— |
| roggestro | 210 „ „ „ | 6,—/100 kg | = „ 12,60 |
| haverkorrel | 230 „ „ „ | 25,—/100 kg | = „ 34,50 |
| haverstro | 770 „ „ „ | 6,—/100 kg | = „ 46,20 |

Totaal f 291,30

Bij groenbemesting is er geen sprake van besparing aan kunstmest, zoals bij stalmest het geval was. De fosfaat- en kalibemesting was in totaal in beide gevallen gelijk, met dien verstande dat aan de groenbemestingsgewassen een fosfaat- en kalibemesting werd gegeven, die op de bemesting voor het hoofdgewas in mindering werd gebracht. Op het object zonder groenbemesting werd de gehele fosfaat- en kalibemesting direct aan de hoofdgewassen gegeven. Bij beoordeling van de fosfaat- en kalicijfers van de grond kon geen positieve of negatieve invloed van de groenbemesting op deze cijfers worden vastgesteld.

De groenbemestingsgewassen werden ook met stikstof bemest; er kwam van deze stikstof 73% via de groenbemesting bij de hoofdgewassen tot werking. In totaal werd gedurende een vruchtopvolgingsperiode van 3 jaar op het object met groenbemesting 33 kg N/ha meer gegeven dan op dat zonder groenbemesting. Stelt men 1 kg N weer op f 1,—, dan zijn de kunstmestkosten op het groenbemestingsobject in totaal f 33,—/ha hoger geweest. Trekt men dit bedrag af van de opbrengstverhoging, dan blijft er nog een voordeel over van f 258,30 per ha, gerekend over 3 jaar. De overige extra kosten van de groenbemesting met snijrogge en stoppelknollen mogen dit bedrag niet overtreffen. De extra kosten bestaan in hoofdzaak uit die voor het zaaizaad en de extra arbeid. Stelt men de kosten van het zaaizaad op f 14,— [2 kg knolzaad à f 7,—/kg] + f 50,— [200 kg rogge à f 25,—/100 kg] = f 64,—, dan mogen de extra kosten voor arbeid f 258,30 — f 64,— = f 194,30 niet overtreffen. De extra arbeid die nodig is voor deze groenbemestingen, is gering. Zowel met als zonder groenbemesting is een stoppelbewerking en later één keer diep ploegen nodig. Bij de groenbemesting moet na de stoppelbewerking gezaaid en ingeëgd worden, terwijl daarentegen zonder groenbemesting de stoppelbewerking soms enkele keren herhaald moet worden om de stoppel zwart te houden. Als men aanneemt, dat de hoeveelheid arbeid nodig voor zaaïen en ineggen van de groenbemesting, ongeveer gelijk is aan de arbeid, die aan enkele keren stoppelbewerking moet worden besteed, dan zou het berekende bedrag van f 194,30 de winst zijn, die met de toepassing van 2 keer groenbemesting gedurende 3 jaar is verkregen. Dit is dus \pm f 65,— per ha per jaar of anders uitgedrukt \pm f 95,— per ha per groenbemesting. De groenbemesting heeft dus op de wijze, die hier is toegepast, en bij de prijzen die zijn aangenomen, winst opgeleverd.

De groenbemestingsgewassen zijn op het proefveld dooreengenomen redelijk geslaagd, zodat geen last werd ondervonden van vervuiling van het land. In de praktijk komt het nogal eens voor dat de stoppelgewassen minder goed slagen, waarna last wordt ondervonden van onkruid. In zulke gevallen is uiteraard het gunstige effect op de hoofdgewassen geringer, terwijl de arbeidskosten hoger zijn.

Het onderploegen van de stoppelgewassen komt op de gemengde zandbedrijven weinig voor omdat deze gewassen gebruikt worden als ruwvoeder voor het rundvee. Zo blijft de groenbemesting met stoppelknollen beperkt tot die gedeelten, waar de knollen niet meer geplukt kunnen worden, doordat vroeg strenge vorst optreedt. Nadat eerst de groenbemesting vergeleken is met het zwart houden van de stoppel, kan nu een vergelijking worden gemaakt tussen onderploegen en afoogsten van de stoppelgewassen, die voor het gemengde bedrijf meer van toepassing is.

Onderploegen heeft t.o.v. afoogsten een opbrengstverhoging gegeven bij de hoofdgewassen, die als volgt in geld kan worden uitgedrukt:

| | |
|---------------------|---------------------------|
| 1200 kg aardappelen | à f 6,—/100 kg = f 72,— |
| 45 kg rogge | à „ 25,—/100 kg = „ 11,25 |
| 205 kg roggestro | à „ 6,—/100 kg = „ 12,30 |
| 20 kg haver | à „ 25,—/100 kg = „ 5,— |
| 180 kg haverstro | à „ 6,—/100 kg = „ 10,80 |

Totaal f 111,35

Voor het afoogsten van de 2 stoppelgewassen is een extra bemesting met kali en fosfaat gegeven, die per stoppelgewas 56 kg K_2O en 21,5 kg P_2O_5 /ha bedroeg. De extra bemestingskosten met kali en fosfaat bij afoogsten waren dus per 3 jaar 112 kg K_2O /ha à f 0,30/kg = f 33,60 en 43 kg P_2O_5 /ha à f 0,60/kg = f 25,80. Bij afoogsten moest aan de hoofdgewassen in totaal 70 kg N/ha meer gegeven worden dan bij onderploegen. 70 kg N/ha à f 1,—/kg = f 70,—. De bemestingskosten waren dus bij onderploegen f 33,60 + f 25,80 + f 70,— = f 129,40 lager dan bij afoogsten.

Het totale voordeel van het onderploegen van de twee stoppelgewassen is dus wat de opbrengstverhoging en de bemesting betreft f 111,35 + f 129,40 = f 240,75. Hier staat tegenover, dat men bij afoogsten een waardevol produkt als veevoeder wint. Bij afoogsten moeten echter nog arbeidskosten aan het oogsten en het transport worden besteed, hetgeen bij onderploegen niet nodig is. De totale voordelen van onderploegen worden dus gevormd door opbrengstverhoging der hoofdgewassen plus besparing op kunstmest plus arbeidskosten van oogsten en transport der stoppelgewassen. Dit bedrag moet gesteld worden tegenover het bedrag nodig om de gederfde stoppelgewassen op gelijkwaardige wijze te vervangen. Veronderstelt men, dat deze vervanging geschiedt door in de omgeving stoppelgewassen te velde te kopen, waarbij deze door de koper zelf geoogst en getransporteerd worden. Men krijgt dan de volgende vergelijking: opbrengstverhoging hoofdgewassen door onderploegen plus besparing kunstmest plus arbeidskosten oogsten plus transport is: prijs stoppelgewassen te velde plus arbeidskosten oogsten en transport gekochte stoppelgewassen. Hoewel de transportkosten bij de gekochte stoppelgewassen iets hoger zullen zijn, kan men er eenvoudigheidshalve van uitgaan, dat de kosten voor arbeid en transport in beide gevallen gelijk zijn, zodat zij tegen elkaar wegvallen. De prijs die voor een gewas stoppelknollen moet worden betaald, kan uiteraard sterk verschillen. Dit hangt er vanaf of ze in een bepaalde herfst schaars zijn of niet, en verder van de gehele ruwvoederpositie. Het komt weinig voor, dat stoppelknollen worden verhandeld, doch het is bekend dat wel eens ± f 300,— is gegeven voor een gewas knollen te velde met een opbrengst van

$\pm 30\,000$ kg/ha. Dit is f 10,— per ton. Neemt men dit bedrag van f 300,— aan als de waardering voor het gewas als veevoer en rekent men voor de snijrogge f 150,— [opbrengst 15 000 kg/ha à f 10,— per 1 000 kg], dan komt men op een totaal bedrag van f 450,—. De benadering is globaal, doch het totale bedrag is zeker niet te hoog geschat.

Men ziet, dat de waarde van de beide stoppelgewassen als veevoer \pm f 200,—/ha hoger ligt dan het bedrag, berekend uit de opbrengstverhoging van de hoofdgewassen en de besparing aan kunstmest bij onderploegen. Hieruit volgt, dat onderploegen van de stoppelgewassen onder deze omstandigheden niet verantwoord is geweest.

Uit de bovenstaande beschouwing is te concluderen dat als de stoppelgewassen op deze grond gebruikt kunnen worden als veevoer, het niet verantwoord is deze gewassen onder te ploegen als groenbemesting, omdat de waarde als veevoer die als groenbemester overtreft.

De mogelijkheid kan zich voordoen, dat niet de gehele beschikbare oppervlakte stoppeland nodig is voor de teelt van veevoer voor het eigen bedrijf. Voor de resterende oppervlakte heeft men drie mogelijkheden:

- 1 geen stoppelgewassen verbouwen,
- 2 een stoppelgewas verbouwen en dit afoogsten om te verkopen,
- 3 een stoppelgewas verbouwen en dit onderploegen.

De keuze tussen deze mogelijkheden moet als volgt zijn. Indien er afzet is voor het stoppelgewas, kan men de stoppel het best gebruiken door een stoppelgewas te telen en dit als veevoer te verkopen. Dit is te verkiezen boven onderploegen. Is die afzet niet aanwezig, dan moet men toch het stoppelgewas verbouwen en onderploegen, omdat is vastgesteld, dat groenbemesting met stoppelgewassen een betere uitkomst geeft dan het zwart houden van de stoppel.

D WELKE GEWASSEN ZIJN HET DANKBAARST VOOR STALMEST?

Boven is opgemerkt dat het voor de gemengde bedrijven een belangrijke vraag is, op welke wijze de beschikbare stalmest het best kan worden gebruikt. Men kan zich afvragen hoe de stalmest het best over bouwland en grasland kan worden verdeeld. Verder doen zich vragen voor over de beste tijd van toediening en aan welke bouwlandgewassen men de stalmest moet geven. Hoewel op het proefveld PO 168 uiteraard lang niet alle mogelijkheden van toediening van stalmest zijn onderzocht, kunnen enkele objecten toch een aanwijzing geven omtrent enkele vragen over het gebruik op bouwland. Zo kan men zich afvragen op welk moment in de vruchtopvolging aardappelen – rogge – knollen – haver – snijrogge men stalmest moet geven, als men bijv. 30 ton per ha per 3 jaar ter beschikking heeft. Beperkt men deze vraag eerst tot de drie hoofdgewassen, dan gaat het erom of men stalmest moet geven aan aardappelen of aan rogge of aan haver. Om dit te onderzoeken zou men gelijktijdig 30 ton aan deze gewassen afzonderlijk moeten geven en nagaan wat het beste totale resultaat geeft gedurende de vruchtopvolging van 3 jaar. Het gewas dat het dankbaarst is voor de directe werking, zou de voorkeur verdienen, als men veronderstelt dat de

nawerking voor de verschillende gewassen niet verschilt. Deze objecten zijn op PO 168 niet aanwezig, doch er is wel een aanwijzing over de verschillen in „dankbaarheid” voor een verse stalmestgift. Er zijn nl. enkele objecten waar 30 ton voor aardappelen plus 20 ton voor rogge plus 20 ton voor haver wordt gegeven. Tabel 17 geeft een overzicht van de opbrengstverhogingen die de drie gewassen afzonderlijk hierbij gaven t.o.v. de objecten zonder stalmest.

Zowel in procenten als in guldens per ha uitgedrukt hebben de aardappelknollen een sterkere reactie gegeven dan rogge en haver. De vergelijking is niet helemaal juist omdat de aardappelen 30 ton stalmest per ha ontvingen en rogge en haver 20 ton. Drukt men de opbrengstverhoging uit in guldens per ton stalmest, dan vindt men voor aardappelknollen f 4,60, voor haver f 3,— en voor rogge f 2,50. Men ziet dus dat ook dan de aardappelknollen het dankbaarst zijn geweest voor stalmest. Daarna volgt haver en vervolgens rogge. Gaat men echter uit van de zetmeelopbrengsten, dan vindt men een opbrengstverhoging van f 1,70 per ton stalmest, hetgeen lager is dan die bij haver en rogge. Hieruit is het volgende te concluderen:

1 Bij de vraag of men de beschikbare stalmest [30 ton/ha per 3 jaar] aan aardappelen, rogge of haver moet geven, verdienen de aardappelen de voorkeur boven rogge en haver, als bij de aardappelteelt de produktie aan knollen het doel is.

2 Gaat het echter om de zetmeelproduktie, dan geeft stalmest voor haver een beter resultaat; in mindere mate is dit voor rogge het geval.

Bij deze vergelijking konden eventuele verschillen in nawerking van stalmest voor de verschillende gewassen niet worden beoordeeld. Aangenomen is dat deze te verwaarlozen zijn.

Het minder goede resultaat van stalmest ten aanzien van de zetmeelopbrengst van aardappelen kan dus leiden tot het advies de beschikbare stalmest niet direct te geven aan voeder- of fabrieksaardappelen, doch aan andere gewassen in de vruchtopvolgning, tenzij er een middel zou worden gevonden om het ongunstige effect op het onderwatergewicht tegen te gaan. Het is bekend, dat te veel kali een sterke verlaging van het onderwatergewicht kan geven. Stalmest bevat veel kali en het is duidelijk, dat stal-

TABEL 17 Opbrengstverhoging door 30 ton stalmest voor aardappelen + 20 ton voor rogge + 20 ton voor haver

| | aardappelen | | rogge | | haver | | |
|---------------|-----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|
| | knollen | zetmeel | korrel | stro | korrel | stro | |
| in % | 6,6 | 1,9 | 3,7 | 4,1 | 3,5 | 5,2 | <i>in percentage</i> |
| in kg/ha | 2300 | 110 | 140 | 245 | 160 | 345 | <i>in kgs. per ha.</i> |
| in guldens/ha | 138,— | 51,— | 35,— | 14,70 | 40,— | 20,70 | <i>in guilders per ha.</i> |
| | <i>tubers</i> | <i>starch</i> | <i>grain</i> | <i>straw</i> | <i>grain</i> | <i>straw</i> | |
| | <i>potatoes</i> | | <i>rye</i> | | <i>oats</i> | | |

TABLE 17 Increase of the yields by 30.000 kgs. of stable manure for potatoes + 20.000 kgs. for rye + 20.000 kgs. for oats

mest een verlaging van het onderwatergewicht zal geven, indien men bij de kunstmestbemesting hiermede geen rekening houdt. Op het proefveld is echter bij de bemesting de stalmestkali steeds voor een gehalte van 0,4% in rekening gebracht. Het is niet uitgesloten, dat het kaligehalte van de stalmest hoger is geweest dan 0,4%. In dat geval zou op de stalmestobjecten steeds wat meer kali gegeven zijn dan op dat met kunstmest, waardoor de verlaging van het onderwatergewicht zou kunnen zijn ontstaan. Het is ook mogelijk, dat andere oorzaken hierbij tevens een rol spelen. Uit onderzoek van FERWERDA [1951] en WISSELINK [1956] is wel gebleken dat stalmest een verlaging van het onderwatergewicht kan geven, ook al wordt de kali volledig in rekening gebracht. In dergelijke gevallen moet er een andere oorzaak zijn. En hoewel dit niet met zekerheid bekend is, wordt gedacht aan de werking van chloor in de stalmest. Stalmest bevat gemiddeld 0,2% chloor. Met 30 ton stalmest geeft men dus 60 kg chloor. Van chloor is bekend, dat het een nadelige invloed heeft op het onderwatergewicht.

De nadelige invloed van de kali uit stalmest kan men zo klein mogelijk houden door bij de kunstmestbemesting de kali in de stalmest volledig in rekening te brengen. In de praktijk gebeurt dit lang niet altijd, en het komt dikwijls voor, dat men er in het geheel geen rekening mee houdt. In die gevallen zal het nadelige effect nog belangrijk groter zijn dan op het proefveld, waar 30 ton stalmest steeds op 120 kg K_2O is gewaardeerd.

De nadelige invloed van chloor bij een verse stalmestgift is niet direct tegen te gaan. Men kan alleen de stalmest aan een ander gewas in de vruchtopvolging geven; van de granen zou de haver hiervoor het eerst in aanmerking komen. In de praktijk wordt ook meestal stalmest aan bieten gegeven. Wel was dit gewas hier niet in de vruchtopvolging opgenomen, maar het is wel bekend, dat bieten dankbaar zijn voor stalmest, zodat stalmest voor bieten waarschijnlijk de voorkeur verdient boven voeder- of fabrieksaardappelen. Verder is het ook mogelijk stalmest in de herfst aan de stoppelgewassen te geven. Op het proefveld wordt op object III 20 ton stalmest aan de stoppelknollen en 20 ton aan de snijrogge gegeven, terwijl de stoppelgewassen worden afgeoogst. Men kan nu de opbrengstverhogingen die door deze 40 ton stalmest per 3 jaar verkregen werden, vergelijken met de opbrengstverhogingen door 30 ton stalmest bij aardappelen. Voor een vergelijking van het totale resultaat over 3 jaar is het nodig, dat de opbrengsten van de stoppelgewassen bekend zijn en deze zijn in het verleden nooit bepaald. In 1957 zijn de opbrengsten van de stoppelknollen voor het eerst bepaald. Deze cijfers zullen worden gebruikt voor de benadering van dit vraagstuk, terwijl voor de snijrogge een schatting zal worden gemaakt. Voor de vergelijking van de resultaten over de gehele vruchtopvolging is het nodig, dat de opbrengstverhogingen in geld worden uitgedrukt. Voor aardappelen, rogge en haver worden weer dezelfde prijzen genomen als bij de voorgaande berekeningen, terwijl voor de stoppelgewassen wordt uitgegaan van f 10,— per ton. Men komt in tabel 18 tot het volgende overzicht.

Men ziet, dat de opbrengstverhogingen bij de granen vrijwel gelijk zijn, doch dat de verschillen tussen de twee wijzen van toediening tot uiting komen in de opbrengsten van de aardappelen en de stoppelgewassen. Bij de aardappelen is het resultaat ver-

TABEL 18 Bruto-opbrengsten in guldens/ha bij verschillende tijdstippen van toediening van stalmest

| | object VII 30 ton stm voor aard. | object III 20 ton stm voor st.kn. + 20 ton voor snij- rogge | object VI geen stalmest | opbrengst- verhoging door 30 ton stm voor aard. | opbrengstver- hoging door 20 ton stm voor st.knollen + 20 ton voor snijrogge | |
|----------------|--|--|---|---|---|------------------------|
| aard. knollen | 2130 | 2112 | 2046 | + 84 | + 66 | <i>potatoes tubers</i> |
| „ zetmeel | 2098 | 2156 | 2120 | — 22 | + 36 | <i>potatoes starch</i> |
| roggekorrel | 950 | 942 | 932 | + 18 | + 10 | <i>rye grain</i> |
| „ stro | 406 | 401 | 397 | + 9 | + 4 | <i>rye straw</i> |
| haverkorrel | 1157 | 1150 | 1145 | + 12 | + 5 | <i>oats grain</i> |
| „ stro | 388 | 399 | 388 | 0 | + 11 | <i>oats straw</i> |
| stoppelknollen | 151 | 178 | 154 | — 3 | + 24 | <i>turnips</i> |
| snijrogge | — | — | — | 0 | + 20 | <i>fodder rye</i> |
| | <i>treatment VII 30 tons of st.m. for potatoes</i> | <i>treatment III 20 tons of st.m. for turnips + 20 tons for fodder rye</i> | <i>treatment VI no st. m. given</i> | <i>yield in- crease through 30 tons of stable man. for po- tatoes</i> | <i>yield increase through 20 tons of st. man. for turnips + 20 tons for fodder rye tatoes</i> | |

TABLE 18 Gross results in Dutch guilders per ha. for various times of application of stable manure

schillend bij knollen en zetmeel. Uitgaande van de knolopbrengsten is de opbrengstverhoging door de stalmest groter, terwijl de verhoging van de zetmeelopbrengst kleiner is dan bij de stalmest voor de stoppelgewassen. Bij de stoppelgewassen is er geen effect meer van de stalmest voor aardappelen. Zij reageren echter wel op de verse stalmestgiften. Zoals reeds vermeld, berusten de cijfers van de stoppelknollen slechts op de uitkomsten van één jaar, terwijl die voor de snijrogge zijn geschat. Wel zijn echter in het verleden vaker standverschillen waargenomen ten gunste van de stalmest voor de stoppelgewassen.

Men kan uit de tabel berekenen, dat de totale opbrengstverhoging door 30 ton stalmest voor aardappelen f 120,— bedraagt, wanneer men uitgaat van de knolopbrengsten. Voor 20 ton stalmest voor stoppelknollen plus 20 ton voor snijrogge bedraagt dit f 140,—. De opbrengstverhoging door de stalmest voor de stoppelgewassen was dus wat groter. Dit effect is echter verkregen door 40 ton per 3 jaar, terwijl aan de aardappelen slechts 30 ton werd gegeven. Berekent men de opbrengstverhoging per ton stalmest, dan vindt men voor de stalmest aan aardappelen $120/30 = f 4,—$ en voor die aan de stoppelgewassen $140/40 = f 3,50$. Uitgaande van de knolopbrengst is dus het rendement van de stalmest aan de aardappelen groter geweest dan dat van de stalmest aan de stoppelgewassen.

Gaat men hetzelfde na met als uitgangspunt de zetmeelopbrengsten, dan wordt de

totale opbrengstverhoging door 30 ton stalmest voor aardappelen slechts f 14,—, terwijl dit voor de stalmest aan de stoppelgewassen f 110,— bedraagt. Per ton stalmest krijgt men dus een opbrengstverhoging van f 0,46 wanneer deze aan aardappelen wordt gegeven, en van f 2,75 bij toediening aan de stoppelgewassen. Men ziet dus, dat het rendement van stalmest aan de aardappelen voor dit doel zeer ongunstig is en in dat geval stalmest voor de stoppelgewassen verre de voorkeur verdient.

Samenvattend kan over de toediening van stalmest op bouwland worden opgemerkt dat de knolopbrengsten van aardappelen gunstig op een verse stalmestgift reageren, doch dat door een verlaging van het zetmeelgehalte de zetmeelopbrengst niet verhoogd wordt of zelfs lager kan zijn. Door dit verschil in reactie van knol- en zetmeelopbrengsten moet het tijdstip van toediening van stalmest op bouwland verschillend zijn afhankelijk van het doel van de aardappelteelt. Gaat het om de knolopbrengst, dan geeft stalmest aan aardappelen een beter totaal resultaat dan stalmest aan haver, rogge of stoppelgewassen. Heeft men echter te doen met fabrieks- of voederaardappelen, dan geeft stalmest aan aardappelen een geringer resultaat dan stalmest aan granen of stoppelgewassen.

Geeft men de stalmest niet aan de aardappelen, dan heeft men de keuze tussen stalmest in winter of voorjaar aan haver en bieten of in het najaar aan rogge of stoppelgewassen. Vergelijkingen tussen deze mogelijkheden werden op het proefveld niet gemaakt. Wel werd vastgesteld, dat haver iets dankbaarder is voor stalmest dan rogge. Ook kan men in dit verband opmerken, dat de dosering met kunstmeststikstof bij een stalmestgift voor granen moeilijk is, omdat de stikstofwerking van de stalmest niet nauwkeurig is te voorspellen. Dit geldt ook wel voor hakvruchten en stoppelgewassen, doch hier is de schade bij een te hoge gift niet zo groot. Uit dit oogpunt bezien zal waarschijnlijk bij toediening in de herfst stalmest voor stoppelgewassen de voorkeur verdienen boven stalmest aan rogge. Bij toediening in het voorjaar zullen daarom bieten eerder in aanmerking komen dan haver.

Wordt stalmest aan aardappelen gegeven, dan is het in elk geval van belang het nadelige effect op het onderwatergewicht zo klein mogelijk te houden door bij de kunstmestgift de kali in stalmest volledig in rekening te brengen.

E COMBINATIE VAN STALMEST EN GROENBEMESTING

Op het proefveld bleken zowel stalmest als het verbouwen en afoogsten van de stoppelgewassen de opbrengsten van de hoofdgewassen te verhogen. Indien stalmest en stoppelgewassenteelt beperkt kunnen worden toegepast, kan men zich afvragen of men deze twee middelen gecombineerd dan wel afzonderlijk moet toepassen. Dit zal worden toegelicht met een voorbeeld dat op het proefveld is onderzocht. Men wil 2 ha aardappelen verbouwen op land, waarvan op 1 ha een stoppelgewas is verbouwd en afgeoogst, terwijl de stoppel van de andere ha zwart gehouden is. Heeft men voor 1 ha stalmest beschikbaar [bijv. 20 à 30 ton], dan is het de vraag of men de stalmest moet geven op het land met het afgeoogste stoppelgewas of op het zwart gehouden and. Het gaat hier om de vraag of de combinatie van beide middelen een grotere

opbrengstverhoging geeft dan de som van de beide opbrengstverhogingen bij afzonderlijk gebruik. Bij de berekening van de interacties bleek dat niet het geval, terwijl er een tendens is, dat de opbrengstverhoging bij gecombineerd gebruik iets lager is. Houdt men geen rekening met deze negatieve tendens, dan maakt het in het totale resultaat per 2 ha niet uit op welk gedeelte men de stalmest brengt. De neiging bestaat wel rekening te houden met deze tendens en aan te bevelen in dit geval de stalmest te geven op de zwarte grond, hetgeen dus neerkomt op een verdeling van de beschikbare middelen.

In het geval dat men voldoende stalmest beschikbaar heeft om bovendien een gift op het land met de afge oogste stoppelgewassen te geven, heeft het zeker zin dit te doen, omdat van deze stalmest nog een opbrengstverhoging te verwachten is, die gelijk of bijna gelijk is aan die van stalmest op zwarte grond [geen of nagenoeg geen negatieve interactie]. Men komt dus bij het gecombineerde gebruik tot een hoger opbrengstniveau dan men met elk van beide afzonderlijk kan bereiken.

Tot dezelfde conclusie komt men voor het gebruik van stalmest voor af te oogsten of onder te ploegen stoppelgewassen. Bij beperkte beschikbaarheid kan men beter de stalmest geven voor de stoppelgewassen, die zullen worden afge oogst, dan voor die welke zullen worden ondergeploegd. Is voldoende stalmest beschikbaar, dan heeft het wel zin ook stalmest te geven voor de onder te ploegen stoppelgewassen, omdat met de combinatie van stalmest en onderploegen een hoger opbrengstniveau te bereiken is dan met onderploegen of met stalmest + afoogsten afzonderlijk.

VII SAMENVATTING EN CONCLUSIES

SAMENVATTING

Op het proefveld PO 168 wordt de invloed nagegaan van het verschillend intensief gebruik van stalmest en de verbouw van niet vlinderbloemige stoppelgewassen [zowel afgeogst als ondergeploegd] op de vruchtbaarheid van een oude esgrond bij een vaste vruchtopvolging van aardappelen, rogge en haver. De gegevens van de eerste 15 proeffaren werden bewerkt. De gemiddelde effecten van de organische bemestingen op de opbrengst en de stikstofbehoefte van de hoofdgewassen werden vastgesteld, terwijl tevens de invloed op verschillende bodemvruchtbaarheidsfactoren werd nagegaan. Aan de hand van de vastgestelde effecten op grond en gewas werd voorts een beschouwing gegeven over waarde en toepassing van stalmest en groenbemesting op humeuze zandgrond.

CONCLUSIES

- 1 Het bleek niet mogelijk door een optimale bemesting met stikstof, fosfaat en kali bij aardappelen, rogge en haver eenzelfde opbrengstniveau te bereiken als met stalmest plus aanvullende N-, P- en K-bemesting.
- 2 Het verbouwen en afoogsten van snijrogge vóór aardappelen en van stoppelknollen vóór haver plus aanvullende N-, P- en K-bemesting gaf bij aardappelen en haver een hogere opbrengst dan een optimale N-, P- en K-bemesting. Door het onderploegen van de stoppelgewassen werd een nog groter effect verkregen.
- 3 De vraag of deze opbrengstverhogingen kunnen worden toegeschreven aan specifieke eigenschappen van de organische bemesting, kan voor stalmest niet bevestigend worden beantwoord, omdat niet bekend is in welke mate magnesium uit stalmest een rol heeft gespeeld.
Wat de groenbemesting betreft, kan gezegd worden, dat de verkregen effecten niet samenhangen met de N-, P-, K- en Mg-voorziening, zodat hier andere factoren, die mogelijk specifiek zijn voor de organische bemesting, een rol moeten hebben gespeeld.
- 4 Een verse stalmestgift van 30 ton/ha voor aardappelen gaf wel een verhoging van de knolopbrengst, doch niet van de zetmeelopbrengst, doordat een verlaging van het onderwatergewicht optrad.
- 5 Stalmest heeft de behoefte van de hoofdgewassen aan kunstmeststikstof duidelijk verlaagd. Een gift van 30 ton stalmest/ha had bij aardappelen een stikstofeffect van 46 kg N/ha, terwijl de nawerking op rogge en de „na-”nawerking op haver resp. 8 en 5 kg N/ha waren.
- 6 Bij giften van 70 en 110 ton stalmest per 3 jaar neemt de stikstofbehoefte van de gewassen in de loop van de tijd af doordat er een ophoping van stikstof in de grond plaats vindt. Bij 30 ton stalmest per 3 jaar is dat niet het geval.
- 7 Het verbouwen en afoogsten van snijrogge voor aardappelen en van stoppel-

knollen voor haver heeft de stikstofbehoefte van de drie hoofdgewassen verlaagd met ± 10 kg N per ha per gewas.

8 Het verbouwen en onderploegen van snijrogge verlaagde de stikstofbehoefte van aardappelen met 37 kg N/ha. Door onderploegen van stoppelknollen werd de stikstofbehoefte van haver met 38 kg N/ha verlaagd.

Er werd berekend, dat 73% van de stikstof, die aan de stoppelgewassen is gegeven, via de groenbemesting bij de hoofdgewassen tot werking kwam.

In de verschillende jaren liepen de stikstofeffecten van snijrogge voor aardappelen uiteen van 18 tot 64 kg en van stoppelknollen voor haver van 31 tot 53 kg N/ha.

9 Gedurende een periode van 15 jaar is het humusgehalte bij een stalmestbemesting van 25 ton per jaar vrijwel op hetzelfde peil gebleven, terwijl zonder stalmest een daling van het humusgehalte is opgetreden met $\pm 0,5$ eenheden. Vermoed wordt, dat de daling van het humusgehalte zonder stalmestbemesting en bij lagere giften dan 25 ton per jaar reeds is begonnen, toen geen potstalmest met heideplag meer werd gebruikt.

Er kon worden berekend, dat $\pm 25\%$ van de organische stof die in de vorm van stalmest werd gegeven, heeft bijgedragen tot het ontstaan van het verschil in humusgehalte.

Van het verbouwen en afoogsten van de stoppelgewassen snijrogge en stoppelknollen en ook van het onderploegen van deze gewassen kon nog geen invloed op het humusgehalte worden aangetoond.

10 Bij een totale bemesting gedurende 10 jaar van 245 ton stalmest + 286 kg z.b.b. als thomasmeeel is de pH even goed op peil gebleven als bij een bemesting zonder stalmest en 988 kg z.b.b. als thomasmeeel. Hieruit wordt geconcludeerd, dat er geen sprake is geweest van een verzurende werking van stalmest, zoals dikwijls wordt aangenomen. Een totale stalmestbemesting van 245 ton in 10 jaar was integendeel in zijn invloed op de pH gelijkwaardig aan een totale bemesting van 702 kg z.b.b. als thomasmeeel [$\pm 23,5$ baal].

Bij een geregelde bemesting met thomasmeeel [± 330 kg/ha per jaar] is zowel met als zonder groenbemesting de pH-KCl op hetzelfde peil gebleven. Er is geen reden te veronderstellen, dat groenbemesting een verhogende of verlagende invloed heeft gehad.

11 Bij een basisbemesting van 60 kg P_2O_5 /ha voor granen en 75 kg P_2O_5 /ha voor aardappelen is gedurende 15 jaar het P-citr-cijfer op vrijwel hetzelfde peil gebleven. Het is verantwoord geweest om gedurende 15 jaar per ton stalmest 2,25 kg P_2O_5 in mindering te brengen op de kunstmestbemesting. Dat wil dus zeggen dat 1 ton stalmest in zijn invloed op P-citr ten minste gelijkwaardig was aan 2,25 kg P_2O_5 in de vorm van kunstmest.

Voldoende als aanvulling voor het extra afoogsten van een stoppelgewas was 20 à 30 kg P_2O_5 /ha.

Van het verbouwen en onderploegen van stoppelgewassen kon geen invloed op P-ctr worden aangetoond.

12 Bij een basisbemesting van 130 kg K_2O /ha voor granen en 220 kg K_2O voor aardappelen was het kaligetal in 1949 nog even hoog als in 1943, doch daarna is het tot

1956 met ± 10 eenheden gedaald. Deze hoge basisbemesting is blijkbaar niet in staat geweest het kaligetal op peil te houden.

1 ton stalmest was in zijn invloed op het kaligetal ten minste gelijkwaardig aan 4 kg K_2O in de vorm van kunstmest.

Door het enigszins grillige verloop van de kaligetallen kon de invloed van de stoppelgewassen niet met zekerheid worden vastgesteld. De indruk werd verkregen, dat per stoppelgewas ten minste 56 kg K_2O /ha moet worden gegeven om de extra onttrekking door het afoogsten weer aan te vullen. Verder kon mede hierdoor van de toepassing van groenbemesting met deze stoppelgewassen geen positieve of negatieve invloed op het kaligetal worden aangetoond.

13 Stalmest heeft een belangrijke invloed gehad op het MgO-gehalte van de grond. Zonder stalmest is het MgO-gehalte gedaald. Bij 50 ton stalmest per 3 jaar is dit gehalte op peil gebleven, terwijl het bij hogere giften is gestegen. De hoeveelheid stalmest, waarbij het MgO-gehalte op peil blijft, wordt hier echter onder voorbehoud vermeld, omdat deze hoeveelheid tengevolge van de optredende jaarschommelingen in MgO-gehalte niet met grote nauwkeurigheid was te bepalen. Wel kon echter met zekerheid worden vastgesteld, dat onder invloed van 220 ton stalmest, gegeven gedurende een periode van 6 jaar, een verschil in MgO-gehalte is ontstaan van 28 eenheden. Het MgO-gehalte van de stalmest is niet bekend. Stelt men dit gehalte op 0,15%, dan zou 22% van het gegeven MgO hebben bijgedragen tot het ontstaan van dit verschil. Uit de cijfers werd de indruk verkregen, dat er enige nadelige invloed is op het MgO-gehalte door het verbouwen en afoogsten van de stoppelgewassen, terwijl verbouwen en onderploegen weinig verschil t.o.v. het zwart houden van de stoppel.

14 Er werd berekend, dat het totale voordeel per ton stalmest f 9,85 bedroeg [f 4,55 besparing kunstmest plus f 5,30 opbrengstverhoging gewassen]. Dat wil zeggen, dat degene, die de stalmest zou moeten kopen en op dezelfde wijze handelt als op dit proefveld is geschied, minder dan f 9,85 per ton aan kosten zou mogen besteden om de stalmest met voordeel te kunnen gebruiken. De belangrijkste kosten zijn de prijs [vracht inbegrepen] plus de kosten om de stalmest op het land te brengen en uit te strooien.

Het hier berekende bedrag kan onder gewijzigde omstandigheden geheel anders uitvallen. De factoren die hierop van invloed zijn, werden besproken.

15 Toepassing van 2 keer groenbemesting gedurende 3 jaar heeft een winst opgeleverd van \pm f 65,— per ha per jaar of, anders uitgedrukt, van \pm f 95,— per ha per groenbemesting in vergelijking met het zwart houden van de stoppel.

16 Als de stoppelgewassen op deze grond gebruikt kunnen worden als veevoer, is het niet verantwoord om ze onder te ploegen als groenbemesting, omdat de waarde als veevoer die als groenbemester overtreft.

17 De knolopbrengst van aardappelen reageerde gunstig op een verse stalmestgift, doch door een verlaging van het onderwatergewicht werd de zetmeelopbrengst niet verhoogd of zelfs verlaagd. Door dit verschil in reactie van de knol- en de zetmeelopbrengsten moet het toedieningstijdstip verschillend zijn afhankelijk van het doel van de aardappelteelt. Gaat het om de knolopbrengst, dan geeft stalmest aan aardappelen een beter totaal resultaat dan stalmest aan haver, rogge of stoppelgewassen.

Bij fabrieks- of voederaardappelen geeft stalmest echter een geringer resultaat dan bij granen of stoppelgewassen.

Wanneer stalmest aan aardappelen wordt gegeven, is het in elk geval van belang het nadelige effect op het onderwatergewicht zo klein mogelijk te houden door bij de kunstmestgift de kali in stalmest volledig in rekening te brengen.

18 Door een tendens naar een negatieve interactie tussen stalmest en groenbemesting is het waarschijnlijk beter bij beperkte beschikbaarheid stalmest en groenbemesting afzonderlijk toe te passen, hetgeen dus neerkomt op een verdeling van de beschikbare middelen. Zijn beide voldoende beschikbaar, dan heeft het wel zin ze gezamenlijk toe te passen, omdat bij het gecombineerde gebruik een hoger opbrengstniveau te bereiken is dan met elk van beide afzonderlijk.

VIII SUMMARY

The intention of experimental field PO 168 was to test the effect of stable manure and of non leguminous secondary crops [harvested as well as ploughed in] on the fertility of an old arable sandy soil. The topsoil on the plot is a typical „esgrond”, i.e. a soil which in the pre-fertilizer era received regularly heather-sod compost from sheep-barns. On this experimental field a regular crop rotation scheme of potatoes, rye and oats has been followed. The results of the first 15 years have been compiled now. The average effects of the organic manures on yields and nitrogen requirement of the main crops were determined and the influence on several factors determining soil fertility was investigated. These effects on soil and crops justified a discussion of the value and application of stable manure and green manure on this soil. The principal results can be summarized as follows.

1 Potatoes, rye and oats proved to give higher yields when dressed with stable manure and additionally with N, P and K in the form of fertilizers than when optimally fertilized only with N, P and K.

2 Growing fodder rye preceding potatoes and turnips preceding oats, in both cases with a supplementary dressing of N, P and K, warranted higher yields than were attainable with an optimal fertilization with only N, P and K. This effect was even more pronounced when rye and turnips were not harvested but ploughed in.

3 The question whether these increases of yields are due to specific properties of the organic manures can not in the case of stable manure be answered definitely, as the magnesia in stable manure possibly has had a certain effect.

As to green manuring it may be stated that the influences found are independent of the supply with N, P, K and Mg; in this case, consequently, other factors, perhaps specific for organic manures, must have played a part.

4 A dressing with 30.000 kgs. of fresh stable manure per ha. for potatoes brought about an increase of tuber yield, but could not raise starch production because of a decrease of the underwaterweight.

5 Stable manure evidently decreased the need of fertilizer nitrogen of the main crops. A dressing with 30 000 kgs. of stable manure per ha. had the same effect as 48 kgs. of fertilizer nitrogen per ha. for potatoes. One year later the after-effect corresponded with a release of 8 kgs. N per ha. for rye and with 5 kgs. N for oats.

6 Dressing with 70.000 or 110.000 kgs. of stable manure in 3 years reduced the need of nitrogen in the course of time, as the nitrogen accumulated in the soil. 30.000 kgs. of stable manure in 3 years were not sufficient for such an accumulation of nitrogen.

7 Growing fodder rye preceding potatoes and turnips preceding oats, harvesting these secondary crops in the ordinary way has decreased the need of nitrogen by about 10 kgs. per ha.

8 When ploughed in, fodder rye reduced the need of fertilizer nitrogen of potatoes by 37 kgs. per ha., and turnips that of oats by 38 kgs. per ha. So this reduction amounted to 73% of the 52 kgs. nitrogen per ha. that was the average dressing of the secondary crops. From year to year the nitrogenous effect of fodder rye varied between 18 and

64 kgs. N per ha. and that of turnips between 31 and 53 kgs. N per ha.

9 During the 15 years of investigation the humus content of the soil remained unchanged when 25.000 kgs. stable manure was given per year. Without stable manure the humus content proved to have been decreased by about 0,5 unit. The humus content presumably already began to dwindle as soon as the regular application of the heathersod compost was stopped.

It could be calculated that about 25% of the organic material applied as stable manure has contributed to the differentiation of the humus contents.

Up to now it has been impossible to prove any effect on the humus content of the cultivation of fodder rye and turnips, even when the whole crop was ploughed in as green manure.

10 During a period of 10 years neither a total dressing with 245.000 kgs. of stable manure together with 460 kgs. of CaO in the form of basic slag nor with 1580 kgs. of CaO in the form of basic slag only caused any significant change in pH. It therefore may be concluded that stable manure has had no acidifying effect as often has been supposed. On the contrary 245.000 kgs. of stable manure during 10 years apparently was, as far as its effect on pH concerns, equivalent to a fertilization with 2340 kgs. of basic slag [containing 1120 kgs. of CaO].

Regular application of 330 kgs. of basic slag per ha. per year, with as well as without green manure, maintained the same pH-KCl. There is no reason to suppose that green manure has had any effect at all on the pH.

11 The P-citric acid number [P-citr] of the soil did not change in 15 years, when regularly dressed with 60 kgs. of P_2O_5 per ha. for cereals and 75 kgs. of P_2O_5 per ha. for potatoes. During this period it appeared that 1000 kgs. of stable manure had the same effect on P-citr as 2,25 kgs. of P_2O_5 as fertilizer.

To replenish the losses by harvesting a secondary crop, dressing with 20 to 30 kgs. of P_2O_5 per ha proved to be sufficient.

Cultivation of secondary crops had no detectable influence on P-citr.

12 Cereals got 130 kgs. of K_2O per ha. and potatoes 220 kg per ha. In the beginning [from 1943 to 1949] the K-value of the soil hereby remained on the original level, but decreased thereafter until 1956 with about 10 units. In the long run this dressing consequently proved not to be adequate, though by Dutch standards it is considered high.

1000 kgs. of stable manure was, as to the K-value, equivalent to at least 4 kgs. of fertilizer K_2O .

The influence of a secondary crop could not be determined definitely the course of the K-values being too irregular.

It was not possible to detect clearly the influence of the secondary crops on the K-value, but it seems that at least 56 kgs. of K_2O per ha. must be added to the dressing to make good the uptake by these crops when the latter are not ploughed in but harvested.

13 Stable manure has played an important part as to the MgO-content of the soil: without manure the MgO-content decreased; 50.000 kgs. per 3 years was sufficient to maintain the original MgO-content and higher applications increased it.

However, the MgO-content varied considerably from year to year; the above statement, therefore, must be considered merely as a rough estimation. But it could positively be established that with 220.000 kgs. of stable manure given during a period of 6 years a MgO-content 28 units higher than without application of manure was achieved. Assuming the stable manure contained 0,15% MgO, the difference of 28 units might be caused by 22% of the MgO in the manure.

The analytical data indicate that when removed by harvesting the secondary crops have slightly decreased the MgO-content of the soil if compared with black fallow, whereas ploughing in of these crops had no effect.

14 It could be calculated that the total advantage of the application of stable manure amounted per 1000 kgs. of the manure to f 9,85 [Dutch guilders, viz. f 4,55 for saving on fertilizers and f 5,30 for higher yields]. This means that a farmer, who has to buy stable manure and who acts in the same way as was done on this experimental field, should not spend more than f 9,85 per 1000 kgs. on purchase price, freight and costs of application together.

The amount calculated above may vary considerably according to circumstances. The factors determining this amount are discussed.

15 Green manuring applied 2 times in 3 years resulted in a profit of about f 65,— per ha. per year or in other words in about f 95,— per ha. per green manuring in comparison with fallow.

16 If a secondary crop can be used as cattle fodder, it is not economical to plough it in, cattle fodder being more valuable than the manuring effect.

17 It was proved that the tuber yields of potatoes react favourably on a dressing with fresh stable manure, but that, owing to a decrease of the under-water-weight, starch production was not raised and even may decrease. It, therefore, is advisable to adapt the moment of application of the farmyard manure to the type of potato-growing; if tuber yields are important the total financial output of potatoes plus rye plus oats will be higher when the farmyard manure is given to the potatoes, but with industrial or fodder potatoes stable manure can be used better for cereals and secondary crops.

At any rate it is important to take into account all potassium in the stable manure calculating the additional fertilisation to control as much as possible the detrimental effect of potassium on starch production.

18 The negative interaction between stable manure and green manure makes it probable that better results will be obtained by separate application of both manures when only limited quantities are available, thus spreading the available means, but in case of ample amounts it may be useful to apply them together since a higher yield level hereby can be achieved.

LITERATUUR

- | | |
|---------------------------------|--|
| DHEIN, A., UND H. MERTENS | 1955 Die chemischen, physikalischen und biologischen Bodeneigenschaften des Dikopshofer Dauerdüngungsversuches nach 45-jähriger Versuchsdurchführung. <i>Zeitschr. Acker- und Pflanzenb.</i> 100, 137-168. |
| FERWERDA J. D. | 1951 Over de werking van stalmest op bouwland I. <i>Versl. Landbk. Onderz.</i> 57.13, 59 blz. |
| — | 1951 Over de werking van stalmest op bouwland II. <i>Versl. Landbk. Onderz.</i> 57.16, 75 blz. |
| GERICKE, S. | 1943 Wirkung und Leistung der Stallmistphosphorsäure. <i>Bodenk. Pfl.ern.</i> 31, 138-184. |
| GROOTENHUIS, J. A. | 1951 De invloed van stalmest en de verbouw van stoppelgewassen op de gewasopbrengsten, het humusgehalte en het magnesiumgehalte van oude esgrond. <i>Landbouwvoorlichting</i> 8, 198-206. |
| — | 1956 Jaarverslag 1955 van het proefveld Pr Lov 4. Rapport IV d Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O., Groningen, 10 blz. |
| HAANS, J. C. F. M. en J. DOMHOF | 1953 Korte toelichting bij de bodemkaart van de proefboerderij te Heino. Bennekom, Stichting voor Bodemkartering, 1953. |
| IVERSEN, K. | 1943 Forsøg med staldgødning og kunstgødning på sandjord ved Lundgaard og Tylstrup, 1927-1946. <i>Tidskr. Planteavl.</i> 38, 1-74. |
| — | 1953 Dänische Versuche mit Stalldünger und Handelsdünger. <i>Phosphorsäure</i> 13, 200-219. |
| — | 1960 Dänische Versuche mit Stalldünger und Kunstdünger. Bodenanalysen und Feldversuche. <i>Zeitschr. Acker- und Pflanzenb.</i> 110, 1-32. |
| | 1955 Jordan soil fertility plots, 75th Anniversary of the Pennsylvania Agricultural Experiment Station, <i>Bull.</i> 613, 104 blz. |
| KORTLEVEN, J. | 1954 Verbetering van droge gronden zonder wateraanvoer door middel van humusvorming. <i>Landbk. Tijdschr.</i> 66, 613-617. |
| — | 1957 De stikstofvoeding van de aardappel door middel van stalmest en kunstmest I. <i>Versl. Landbk. Onderz.</i> 63.19, 28 blz. |

- 1959 De stikstofvoeding van de aardappel door middel van stalmest en kunstmest II. *Versl. Landbk. Onderz.* 65.1, 81 blz.
- 1959 Het lange-duureffect van stadsvuilcompost. *Mededelingenblad V.A.M.* 4, 3 blz.
- LANDE CREMER, L. C. N. DE LA 1953 Het stalmest- en gierbemestingsonderzoek op bouw- en grasland in Nederland tussen 1900 en 1952. Rapport Landbouwproefstat. Bodemk. Inst. T.N.O., Groningen, 55 blz.
- MERKER, J. 1956 Untersuchungen an den Ernten und Böden des Versuches „Ewiger Rotgenbau“ in Halle [Saale]. *Kühn-Archiv* 70, 153–215.
- MEYER, C. 1941 Het humusgehalte van de grond. *Landbk. Tijdschr.* 53, 345–367.
- PAAUW, F. VAN DER 1948 Fosfaatbemesting in de landbouw. *Serie Landbouwvoorlichting [Min. Landb.]* 1, 100 blz.
- RIS, J. 1957 De magnesiumvoorziening op arme zandgrond. *Landbouwvoorlichting* 14, 44–49.
- RUSSELL, E. J. 1931 Negentig jaren veldproeven te Rothamsted. *Landbk. Tijdschr.* 43, 529–545.
- and J. A. VOELCKER 1936 Fifty years of field experiments at the Woburn Experimental Farm [London, Longmans, 1936], 392 blz.
- 1950 Soil condition and plant growth [London, Longmans], 635 blz.
- RÜTHER, H. UND H. ANSORGE 1959 Ein halbes Jahrhundert „statischer Versuch“ Lauchstädt II, Die Getreideerträge. *Zeitschr. Landwirtsch. Versuchs- und Untersuchungswesen* 5, 99–121.
- SALONEN, M. EN T. HONKAVAARA 1954 Results of a longterm field experiment comparing farmyard manure with different combinations of fertilizers. *Valt. Maatalousk. Julk.* 142, 41 blz.
- SCHMALFUSS, K. 1957 Der Feldversuch „Ewiger Roggenbau“ in Halle. *Phosphorsäure* 17, 133–143.
- SELKE, W., UND U. SCHMIDT 1956 Ein halbes Jahrhundert „statischer Versuch“ Lauchstädt I, Die Hackfruchterträge. *Zeitschr. Landwirtsch. Versuchs- und Untersuchungswesen* 2, 60–85.
- SMITH, G. E. 1942 Sanborn Field; Fifty years of field experiments with crop rotations, manure and fertilizers. *Missouri Agric. Expt. Sta., Bull.* 458, 61 blz.

WISSELINK, G. J.

1956 De invloed van gescheurde kunstweiden en stalmest op de knolopbrengsten en onderwatergewichten van Voran-aardappelen op zandgrond. Rapport III Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O., Groningen, 23 blz.